

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la Recherche scientifique
Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire
Magistère en Zoonoses infectieuses : Diagnostic et Thérapeutique

Thème

CONTRIBUTION A LA SURVEILLANCE DES VECTEURS D'ARBOVIROSES EN ALGERIE

En vue de l'obtention du Diplôme de Magistère en
Médecine Vétérinaire

LAFRI ISMAIL

2011



Soutenue devant le jury

Président de jury : Dr HAMDI. M-T (Maitre de conférences. ENSV)

Promoteur : Pr BENMAHDI. M-H (Professeur .ENSV)

Examineur : Dr BITAM.I (Maitre de recherche. IPA)

Examineur : Dr AIT OUDHIA.K (Maitre de conférences. ENSV)

Examineur : Pr AISSI.M (Professeur. ENSV)

***Les faibles exigences des arboviroses en termes
d'hôtes et de vecteurs lui promettent un bel avenir***

***CONTRIBUTION A LA
SURVEILLANCE
DES VECTEURS D'ARBOVIROSES
EN ALGERIE***

Les maladies infectieuses ne disparaîtront jamais. IL en naîtra toujours de nouvelles; IL en disparaîtra lentement quelques unes; celles qui subsisteront ne se montreront plus sous la forme que nous connaissons aujourd'hui...»

Charles Nicolle. Le destin des maladies infectieuses 1935

REMERCIEMENTS

A Dr HAMDI T-M

De l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger

Qui m'a fait l'honneur d'accepter la présidence de
mon jury de these. Sincère remerciements

A Pr BEN MAHDI M-H

De l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger

Qu'a encadré mon étude et m'a fait le très grand
honneur de juger mon travail. Pour la confiance et
la patience dont vous m'avez fait preuve, veuillez
trouver ici l'expression de ma sincère gratitude

A Dr BITAM I

De l'institut Pasteur d'Alger

Pour la confiance dont il a fait preuve à mon égard
En ayant cru à la faisabilité de ce travail, d'en avoir
proposé le thème et qu'a bien voulu de faire partie de
mon jury de these. Hommages respectueux

A Dr AIT OUDHIA K

De l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger

Qui m'a fait l'honneur de prendre part à ce
Jury. Sincères remerciements

A Pr AISSI M

De l'école nationale supérieure vétérinaire d'Alger

Pour sa participation bienveillante à ce jury
Remerciements respectueux

Mes remerciements s'adressent au staff technique du service d'écologie des maladies vectorielles à l'IPA pour leur aide, disponibilité et esprit scientifiques; Le chef de service Dr BITAM, Dr Kernif, Mlle Beneldjouzi, Mme Sadjia; vous trouverais mes respects les plus sincères.

Dr SOUAMES et Mr DERFELLOU, vous trouverze mes respects les plus sincères.

Un grand merci pour le directeur de l'HURBAL d'Alger Mr MEKHOUKH, dont il m'a donné sa confiance absolu concernant toutes les démarches proposées, ainsi Mme Chikh et Dr Agunini pour leur soutien et conseils et pour tout les fonctionnaires de cet établissement qui ne cessent de fournir que du bien pour la bienveillance sur la santé humaine.

Dr Amrani et Dr Zeboudj de la direction de la prévention pour leurs collaboration très bénéfique.

Mes sinceres remerciements aux Dr Taibi et Dr Hadj Amar de l'INMV pour leurs conseils, aide et surtout leurs esprit scientifique; Vous êtes un modèle.

Remerciements respectueux pour Mme Bey Boumezrag N et Dr Boughoufalah de l'INSP pour leur collaboration et leur aide précieux.

Je remercie le staff technique de la reserve nationale de Reghaia pour leurs collaboration; Mr Bachiri, Dr Morsli, Mr Benyounes et Mr Sayoud.

DEDICACES

Merci a ma famille que je dois cette réussite professionnelle,

A mes parents

Pour avoir fait ce que je suis,

Sans votre soutien a tous niveau, je n'y serais jamais arrive,

A ma Mère

Pour tous les conseils avisés.....

Et pour avoir fourni la matière première

A mon père

Pour m'avoir donné cette vocation et l'amour de la science

Ta vie est un modèle

Ce travail vous est dédié , en temoignage de mon affection

A mon frère et mes soeurs

Pour avoir contribue a ma réussite,

Pour m'avoir soutenu et avoir cru en moi

A tous me ami (e) s

PLAN

Introduction	1
---------------------	----------

PREMIERE PARTIE GENERALITES

A. LES MALADIES VECTORIELLES	4
-------------------------------------	----------

B. L'EMERGENCE	5
-----------------------	----------

DEUXIEME PARTIE LES ARBOVIROSES

A. DEFINITION	6
----------------------	----------

B. CLASSIFICATION	7
--------------------------	----------

C. LES ARBOVIROSES HUMAINES MAJEURES	11
---	-----------

1.	La Dengue	11
2.	La fièvre jaune	13
3.	La Fièvre West Nile	15
4.	La Fièvre de la Vallée du Rift	16
5.	Le virus Chikungunya	17
6.	Toscana virus et S.F.S.V	19

D. LES ARBOVIROSES ANIMALES MAJEURES

20

1.	La Fièvre de la Vallée du Rift	20
2.	La Fièvre West Nile	22
3.	La fièvre catarrhale ovine	23

E. ETUDE CLINIQUE DES ARBOVIROSES MAJEURES

26

1. Caractère virologique	
1.1. Homogénéité virologique	26
1.2. Hétérogénéité virologique	27
2. Caractère épidémiologique	28
3. Physiopathologie des infections a Arbovirus	29
4. Principaux aspects clinique des Arboviroses humaines	31
4.1. Syndrome Dengue-Like	33
4.2. Syndrome encéphalitique	35
4.3. Syndrome hémorragique	36
5. Modalités du diagnostic biologique	38
6. Traitement	39
7. Prophylaxie	39
7.1. Surveillance des foyers endémiques	39
7.2. Action sur les hôtes vertébrés	40
7.3. Action sur les arthropodes vecteurs	40
7.4. Protection de la population humaine réceptive	40

TROISIEME PARTIE

ENTOMOLOGIE ET CARACTERISTIQUES DES VECTEURS

A. GENERALITES	41
1. Introduction	41
2. Etymologie	41
3. Caractéristiques des moustiques	43
4. Morphologie et biologie des principaux moustiques pathogènes	44
4.1. Les œufs	45
4.2. Larves et nymphes	46
B. MOUSTIQUES ET SANTE PUBLIQUE	48
1. Transmission de parasites	49
1.1. Le Paludisme	49
1.2. Les Filaires	49
2. Transmission de virus (Arboviroses)	49
3. Les principaux vecteurs d'Arboviroses	50
3.1. Moustique du genre <i>Aedes</i>	50
3.2. Moustique du genre <i>Culex</i>	51
3.3. Les <i>phlébotomus</i>	52
4. La multiplication du virus dans le moustique et sa transmission	54

QUATRIEME PARTIE

ETUDE EXPERIMENTALE

A. PROBLEMATIQUES ET OBJECTIFS DES TRAVAUX	56
1. Problématiques	56
2. Objectifs des travaux	59
3. Plan du travail	60
B. MATERIELS ET METHODES	61
1. Enquêtes épidémiologiques	61
1.1. Secteur de la santé humaine	61
A. Enquête a la direction de la prévention (Ministère de la santé)	61
B. Enquête a l'hôpital d'El Kattar	61
C. Enquête auprès de l'institut national de la santé publique (INSP)	62
1.2. Secteur de la santé animale	63
A. Enquête a la direction des services vétérinaires (Ministère de l'agriculture)	63
B. Enquête a l'institut national de la médecine vétérinaire	63
C. Enquêté à la direction générale des forets (DGF)	63
2. Etude taxonomique et surveillance des vecteurs d'arboviroses	64
2.1. Matériel biologique	64
2.2. Matériel non biologique	64
2.3. Méthodologie du travail	64
A. Echantillonnage	65
- Echantillonnage des larves et adultes de moustiques	65
B. Methodes de Captures	69
- Capture des larves et des adultes	69
C. Methodes d'identifications des larves et des adultes	70

C. RESULTATS ET DISCUSSION

74

1. L'enquête épidémiologique	74
1.1. Secteur de la santé humaine	74
A. Direction de la prévention	74
B. Laboratoire centrale de l'hôpital d'El Kattar	75
C. Institut national de la santé public (INSP)	76
1.2. Secteur de la santé animale	81
A. DSV	81
B. INMV	81
C. DGF	82
2. Etude taxonomiques	83
2.1. Résultats de la population de moustiques de la wilaya d'Alger	83
2.2. Résultats de la population de moustiques des wilayas visitées	88
3. surveillance des vecteurs d'arboviroses	89

D. CONCLUSION GENERALE

100

E. RECOMMANDATIONS

101

ANNEXES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

TABLEAUX

- Tableau I : Classification de quelques virus. (Abgueguen al, 2000)
- Tableau II : Classification et vecteurs des arboviroses. (Abgueguen et al, 2000)
- Tableau III : Les arboviroses d'intérêt vétérinaires. (Abgueguen et al , 2000)
- Tableau IV : Virus officiellement enregistrés réellement ou potentiellement associés à des arthropodes. (Rodhain F ,2001).
- Tableau V : Principaux Arbovirus à l'origine de syndromes aigus fébriles. (Rodhain F,2001)
- Tableau VI : Principaux Arbovirus à l'origine de syndromes encéphalitiques. (Rodhain F ?2001)
- Tableau VII : Principaux Arbovirus à l'origine de fièvres hémorragiques (Rodhain.F,2001)
- Tableau VIII: Les principaux agents de Méningites a liquide clair (V. Keoluangkhot 2004)
- Tableau IX : Les communes visitées avec l'HURBAL et la nature des gites larvaire
- Tableau X : Wilayas visitées et la nature des gites larvaires.
- Tableau XI: Les principales wilayas touchées par des pics épidémiques des méningites a liquide clair (Source INSP. R.E.M)
- Tableau XII : Inventaire global des espèces de Nématocères de la wilaya d'Alger.
- Tableau XIII : Inventaire global des espèces de Nématocères des wilayas visitées.
- Tableau XV: Pluviométrie de la wilaya de Ghardaïa 2010 (O.N.M. Ghardaïa)

FIGURES

Figure 1 : Schéma de la transmission d'une maladie vectorielle (Annelise Tran.2005)

Figure 2 : Répartition mondiale des principaux arboviroses. (Abgueguen. p 2000)

Figure 3 : Incidence annuelle moyenne des cas de dengue hémorragique reportés à l'OMS entre 1955 et 1999. (OMS 2000)

Figure 4 : *Aedes (aegypti / albopictus)*.

Figure 5 : gîtes larvaires (pneu usés).

Figure 6 : Distribution de la dengue dans le monde en 2000. (OMS 2000).

Figure 7 : Distribution de la fièvre jaune. (OMS 1999)

Figure 8 : distribution du virus WN dans le monde. (CDC 2002).

Figure 9 : Répartition de la fièvre de la Vallée du Rift en 2003. (OMS 2003)

Figure 10 : Distribution de la maladie CHK.V dans le monde (OMS 2008).

Figure 11 : Zone de circulation possible de la fièvre cattrahe ovine (Zientara)

Figure 12 : Cinétique des anticorps M et G lors d'une infection primaire (A) et lors d'une infection secondaire par le DEN.V (B). (Severine Matheus et al ; 2009)

Figure 13 : Service de Lutte Anti-Vectorielle DRASS de La Réunion (*Anophèles*).

Figure 14 : Illustration schématique du cycle de vie des moustiques. (Guillaumot, 2005)

Figure 15 : Œufs d'*Anophèles*. (Hilary Hurd). (Photo IPNC 2005)

Figure 16 : Œufs de *Culex*. (Paul Starosta). (Photo IPNC 2005)

Figure 17: Œufs d'*Aedes aegypti*. (Paul Starosta). (Photo IPNC 2005)

Figure 18: Larve d'*Anophèles*. (Stephen L.Doggett 2002)

Figure 19 : Larve d'*Aedes aegypti*. (Photo Sylvain Houdant 2004)

Figure 20 : Larve de *Culex. Quinquemaculatus*. (Photo Sylvain Houdant 2004)

Figure 21: Nymphe d'*Anophèles*. (2002 Stephen L. Doggett)

Figure 22: Naissance d'un moustique. (Pigat 2003).

Figure 23 : Classification de moustique d'intérêt médical. . (Rattanaxay 2003)

Figure 24 : *Aedes aegypti* femelle. (Photo IPNC 2003).

Figure 25 : *Phlébotomus* femelle. (EM-BP)

Figure 26 : Répartition géographique des cas d'infection par le virus de West Nile dans le bassin méditerranéen et en Europe en 2010. (145).

Figure 27 : Distribution du moustique tigré (*Aedes albopictus*) (OMS 2008)

Figure 28 : Larves de moustique (Photo personnelle)

Figure 29 : Cave inondée Bab Ezouar (Photo personnelle)

Figure 30 : Pneu usé (gîte larvaire) (Photo personnelle)

Figure 31 : gîte en forme de creux de rocher

Figure 32 : rigole d'irrigation (gîte larvaire) à Zelfana

Figure 33 : remontée de la nappe d'eau à Gouifla (gîte larvaire) (Photo personnelle)

Figure 34 : Récolte des larves par la méthode de la louche (O M S, 1994).

Figure 35 : Technique de préparation des larves de Culicidae (originale).

Figure 36 : Préparation des adultes de Nématocères par la méthode de double épingle

Technique de la minutie (Boukraa, 2009)

Figure 37: Répartitions des cas de méningites a liquide clair en Algérie (2000-2009)

Figure 38 : Les cas de méningites déclarés en 2002 (R.E.M /INSP)

Figure 39 : Les cas de méningites déclarés en 2003 (INSP)

Figure 40: Les risques probables d'introduction des arboviroses en Algérie

Figure 41 : Canard colvert et le canard marbré a Réghaia (Sayoud 2011)

Figure 42 : Différents couloirs de migration (Ornithomedia.com 2011)

Figure 43 : Photographie du siphon respiratoire de *Culiseta longiareolata* (P.personelle)

Figure 44 : Photographie de *Culex pipiens* / ecailles du 8 éme segments abdominale sans épine médiane (Photo personnelle)

Figure 45 : Photographie de *Culex theileri* / Mentum avec moins de 8 dents de part et d'autre de la médiane (P. personnelle)

Figure 46 : Photographie d'une nacelle d'oeufs de *Culex* (P. personnelle)

Figure 47 : Cave d'immeuble inondée à Bab Ezzouar (P. personnelle)

Figure 48 : Tête de *Anophèles labranchiae* (P. personnelle)

Figure 49: Thorax de *Anophèles labranchiae* (P. personnelle)

Figure 50 : Siphon respiratoire de l'espèce *Aedes dorsalis* (P. personnelle)

Figure 51 : Siphon respiratoire de l'espèce *Aedes vexans* (P. personnelle)

Figure 52: Photo de *Anophèle labranchiae*

Figure 53 : *Aedes vexans*

Figure 54 : *Phlébotomus perniciosus* femelle

Figure 55 : génitalia mâle de *Phlebotomus perniciosus*

Figure 56 : *Aedes vexans* male

Figure 57 : *Aedes albopictus* femelle

ABREVIATION

CHIK.V : Virus Chickungunya

Ac : Anticorps

Ag : Antigène

ELISA : Enzym linked immuno-sorbent Assay

W. N : West Nile

mm : Millimètre

D.S.V : Direction des services vétérinaires (ministère de l'agriculture et du développement rural)

INMV : Institut national de la médecine vétérinaire

INSP : Institut national de la santé public

ENSV : Ecole nationale supérieure vétérinaire

ENVA : Ecole nationale vétérinaire d'Alfort

ENVT : Ecole nationale vétérinaire de Toulouse

I.P.A : Institut Pasteur d'Algérie

D.P : Direction de la prévention (ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière)

D.G.F : Direction générale des forêts

Ae : Aedes

OMS : Organisation mondiale de la santé

OIE : Office international d'épizootie

DEN : Dengue

DHF : Dengue fébrile hémorragique

CDC : Center of disease control

FVR : Fièvre de la Vallée du Rift

PPR : Peste des petits ruminants

PPCB : Péripneumonie contagieuse bovine

FHV : Fièvres hémorragiques virales

CIVD : Coagulation intra vasculaire disséminée

OVF : Office vétérinaire fédéral

AIEA : Agence international de l'énergie atomique

DGF : Direction générale des Forêts

AEWA : African Eurasian Water bird Agreement

TTO : Transmission transe-ovarienne

R.E.M: Relevé epidemiologique mensuel

A.M.I: Agence Maurétannéene officielle

D.S.P: Direction de la santé et de la population

O.N.M: Office national météorologique

RESUME

Les arboviroses constituent un élément important de la pathologie virale, particulièrement dans les régions tropicales et intertropicales, impliquant une transmission par un arthropode vecteur (moustique, phlébotome, tique...), beaucoup sont en recrudescence depuis une vingtaine d'années.

Afin de dévoiler la situation actuelle d'arboviroses en Algérie et pour la surveillance des principaux vecteurs; nous avons adopté les démarches suivantes:

Une enquête épidémiologique basée sur des questionnaires conçus pour les services concernés des secteurs sanitaires humains et animaux afin de connaître la situation actuelle qu'occupe les arboviroses.

Une étude taxonomique et d'identification de la population de moustiques qui circule dans quelques wilayas du centre du pays et à Ghardaia afin de pouvoir surveiller les principaux vecteurs d'arboviroses à priori dans les régions d'étude.

A travers cette étude, il a été montré que seulement très peu de travaux de surveillance d'arboviroses ont été élaborés citons l'initiative de l'INMV en 2007 et 2009 pour le contrôle de la FVR au sein du cheptel ovin, car aucun diagnostic n'a été confirmé, et deux réseaux d'alerte et de surveillance pour la Dengue - Chickungunya et la Fièvre de la Vallée du Rift en 2010.

Notre étude a permis de définir la distribution et la dominance des différents genres de moustiques identifiés pour cibler les zones de prédilection aux différentes infections aux arbovirus selon la situation géographique, le climat et le biotope favorable du développement des vecteurs; Tout en confirmant la présence du redoutable vecteur de la Dengue et CHIKV (*Aedes albopictus*) en Algérie après sa découverte en Décembre 2010.

Pour cela, un plan d'initiation à la surveillance des vecteurs d'arboviroses a été élaboré.

Mots clés: arbovirose, vecteurs, taxonomie, Culicidae, moustiques, *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, *Phlebotomus*, *Culicoides*, surveillance.

PREAMBULE

Insalubrité, urbanisation anarchique et changements climatiques

L'apparition de nouveaux virus et de maladies émergentes qui les accompagnent constitue le nouveau défi des scientifiques qui craignent le pire. L'Algérie ne sera pas ainsi épargnée. L'insalubrité qui règne dans toutes les villes du pays est l'une des origines de ce danger qui guette les populations. Les rats et les moustiques sont désormais considérés comme les premiers ennemis de l'homme.

Le retour de la peste ou l'apparition dans nos villes de la dengue, de la chikungunya ou la fièvre de la vallée du Rift ne sont pas écartées, selon les scientifiques. Plusieurs indicateurs naturels et environnementaux le montrent. Ces maladies sont pour la majorité transmises par des insectes qui peuvent entraîner la mort, et pour certaines maladies, à ce jour, il n'existe ni vaccin ni traitement. Un groupe de virus tels les hantavirus et le West Nile qui se reproduit dans les fossés, les mares, les bassins et aime l'eau polluée, peut faire partie de l'arsenal des virus attendus. Les scientifiques ne manquent pas de signaler que ce genre de virus sillonne la planète. Les changements climatiques sont aussi un facteur favorisant le développement de toutes ces maladies à vecteurs. On assiste à l'arrivée de maladies tropicales dans le Nord, fait remarquer le professeur Bouguermouh, (virologue et chercheur à l'Institut Pasteur d'Algérie).

Les facteurs humains favorisent aussi l'émergence de maladies infectieuses avec l'urbanisation, le transport, l'absence de mesures d'hygiène. La dengue a été détectée en 1927 en Tunisie, en 1928 à Oran. Le virus de la Vallée du Rift peut aussi faire son apparition.

Le virus West Nile est aussi redouté, surtout que la région de Timimoun en a connu, en 1968, les traces. Le virus a touché une cinquantaine de personnes dont 8 décès. Ce même virus a envahi les Etats-Unis en 1999 et a provoqué des cas mortels.

L'infection virale de Bel Abbès, l'alerte épidémique déclenchée en Août dernier peut être considérée comme l'arrivée d'un premier virus jamais détecté en Algérie. Cet épisode peut alors être inscrit dans la logique des scientifiques, celle de voir de nouveaux virus arriver. (Pr Bouguermouh).

Source <http://www.afrik.com/article12912.html>(14/11/2007)

INTRODUCTION

La Terre est présentement en train de subir un phénomène appelé le changement global, impliquant entre autre le réchauffement global de la planète amorcé il y a 300 ans. Le climat global a subi une hausse d'environ 0,6 °C durant le dernier siècle avec deux périodes de réchauffement, soit entre 1910 et 1945 et de 1976 à aujourd'hui. (Walter et al, 2002)

Les maladies transmises par vecteur semblent particulièrement affectées par la hausse de température moyenne de certaines régions. Des exemples connus, dont la maladie de Lyme qui implique une tique et l'encéphalite causée par le virus du Nil occidental qui implique un moustique, seront survolés pour mieux illustrer la problématique. (Brower et al, 2001).

Ce sont sans doute les changements démographiques et sociaux actuels qui sont les principaux responsables de la résurgence des maladies infectieuses en général et vectorielles en particulier (Gubler 2002 et Rodhain, 2003).

Parmi ces changements, on peut citer l'urbanisation rapide et anarchique des pays en voie de développement, les déplacements de populations liés aux conflits, la déforestation et la généralisation des échanges (Rodhain, 2003).

De plus, la dégradation ou la disparition des structures de recherche ou de lutte dans le domaine des maladies vectorielles rend difficile la réaction à ces nouveaux défis. (Hubalek, 2000).

L'observation de larves de la filaire de Bancroft chez un moustique par Manson permet pour la première fois en 1877, d'impliquer les insectes dans la transmission des maladies. En un quart de siècle, les grands cycles vectoriels étaient établis, grâce aux travaux de Finlay sur la fièvre jaune en 1881, de Bruce sur la trypanosomose en 1895, de Ross sur le paludisme en 1897, de Bancroft sur la filaire en 1899, de Nicolle sur le typhus en 1909... (Rodhain et al, 1985).

Les maladies vectorielles sont un des problèmes majeurs de santé publique à travers le monde. La maladie la plus répandue et la plus meurtrière est le paludisme, avec un à deux

millions de morts par an. Les filarioses lymphatiques touchent 100 millions d'individus (Rodhain, 1985).

.....Pour cela, Le choix de l'étude sur les moustiques en particulier et sur les Nématocères d'une manière générale s'est fait à cause des méfaits considérables provoqués par les nombreuses espèces qui jouent un rôle important en pathologie humaine et animale. Ils transmettent en tant que vecteurs des virus, des bactéries, des protozoaires et des héminthes (Callot et al, 1958). Les maladies induites par ces micro-organismes sont notamment le paludisme, la fièvre jaune et d'autres arboviroses, la maladie du sommeil, les Leishmanioses, les filarioses.... (etc).

L'organisation mondiale de la santé (OMS, 2010) estime par an à 300 millions de cas de paludisme clinique dans le monde dont 1.000.000 de décès. Pire ! 90% de ces décès surviennent en Afrique subsaharienne. Les responsables de l'OMS. affirment que le paludisme tue 3 enfant africain toutes les 30 secondes .

Par ailleurs L'organisation mondiale de la santé (OMS, 2007) signale par an 100 millions d'infections dues à la dengue. Cette maladie progresse d'une manière inquiétante de par le monde à cause du nombre croissant de malades et des décès. Autre maladie ! La leishmaniose est endémique surtout dans la partie orientale de l'Afrique, où une forte augmentation du nombre de cas est observée.

L'Algérie n'est pas épargnée où la Leishmaniose viscérale présente une incidence annuelle avoisine 0,61 cas pour 100 000 habitants (OMS .2010). Cette maladie est peu représentée certes en Algérie (contrairement à la leishmaniose cutanée qui est la maladie parasitaires numéro 1). Mais compte-tenu du réchauffement climatique en sera t-il encore ainsi dans les décennies à venir?

Parallèlement en santé vétérinaire, plusieurs arbovirus sont transmis aux bovins, ovins et caprins par des Cératopogonides et présentent une importance économique considérable. Le virus de la fièvre catarrhale (bluetongue) est un *Orbivirus* responsable d'une maladie des ruminants aussi bien sauvages que domestiques, en particulier du mouton chez lequel il entraîne une mortalité élevée (Rodhain et al, 1985).

En ce qui concerne la taxonomie et l'entomologie des moustiques, beaucoup de travaux sont réalisées dans le monde (Perrier, 1937; Seguy, 1950, 1983; Matile, 1993, 1995), notamment sur les Culicidae (Seguy, 1923; Rioux et al. 1998; Brunhes, 1999); Brunhes et al,2000), sur les Cératopogonidae (Delecolle, 1999; Kremer et al. 1979) et sur les Psychodidae Phlebotominae (Abonrec; 1972).

En Algérie, les travaux sur les Nématocères sont assez limités en nombre. Il y a ceux sur la bioécologie des Culicidae dans le Constantinois (Berchi; 2000), à Tlemcen (Hassaine, 2002), dans l'Algérois et près de Tizi Ouzou (Lounaci, 2003). D'autres concernent la biécologie des Psychodidae Phlebotominae (Deddet et al, 1984; Mazaache, 2007). Il faut citer les travaux de (Tamaloust, 2004, 2007) sur la bioécologie des Nématocères au niveau d'Alger, d'El Harrach et partiellement de Biskra, et la biodiversité des Nématocers dans la région de Ghardaia (Boukraa, 2009).

A. LES MALADIES VECTORIELLES

Les maladies à transmission vécotorielle sont des maladies pour lesquelles l'agent pathogène (virus, bactérie ou parasite) est transmis d'un individu infecté (un hôte vertébré: homme ou animal) à un autre par l'intermédiaire d'un arthropode (insecte, tique) hématophage. Ces maladies, notamment les maladies humaines comme le paludisme ou la dengue, contribuent de façon majeure à l'impact global des maladies dans le monde (OMS, 2004). La production animale est également souvent sérieusement affectée par des maladies vécotorielles comme la trypanosomose animale, la fièvre de la Vallée du Rift ou la fièvre catarrhale du mouton (OIE, 2003). Ces maladies ont ainsi des effets non seulement sur la santé mais également sur le développement socio-économique des pays touchés.

En effet, ces maladies sont particulièrement sensibles aux changements écologiques susceptibles de modifier l'aire de répartition de certains pathogènes et/ou vecteurs et de favoriser la propagation de la maladie. C'est le cas, par exemple, de l'émergence récente de la fièvre catarrhale ovine dans le bassin méditerranéen (Purse et al, 2005) ou de la fièvre du Nil occidental aux Etats-Unis (Glaser, 2004).

Ainsi, le contrôle des maladies vécotorielles constitue aujourd'hui un enjeu majeur. Ce contrôle passe par la compréhension des mécanismes de transmission de la maladie, qui sont généralement complexes du fait du mode de transmission indirect des maladies à transmission vécotorielle (figure 1) faisant intervenir de nombreux acteurs: plusieurs vecteurs impliqués dans le cycle de transmission, éventuellement plusieurs hôtes, ou la présence d'un réservoir (Rodhain et al, 1985).

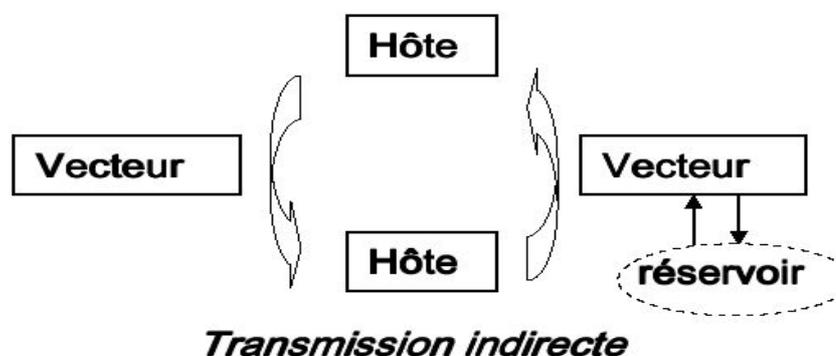


Figure 1: Schéma de la transmission d'une maladie vécotorielle (Rodhain et al, 1985)

B. L'EMERGENCE

À la fin des années 1970 on a parlé « **de la fin des maladies infectieuses** ». Cet optimisme résultait des succès de la lutte contre les maladies infectieuses dus au développement de l'hygiène, l'assainissement de l'environnement, à l'avènement des anti-infectieux et des vaccins et programmes de vaccination, dont celui contre la variole a permis son éradication, et du progrès social (Reingold, 2000). Avec l'identification de nouveaux agents infectieux (Legionella, rotavirus, virus Ebola, virus Hantaan, Campylobacter, le prion...), l'apparition du Sida et sa diffusion planétaire, la progression de la résistance bactérienne aux antibiotiques; Le « **retour des maladies infectieuses** » a été prononcé.

Un rapport de l'Institute of Medicine « *Emerging Infections : microbial threats to health in the United States* » (Ledergerd et al, 1992) concluait que dorénavant les maladies infectieuses devaient être analysées comme un des éléments d'une dynamique complexe influencée, certes par les modifications et l'adaptation des agents infectieux mais tout autant par les modifications technologiques, environnementales, sociales et démographiques.

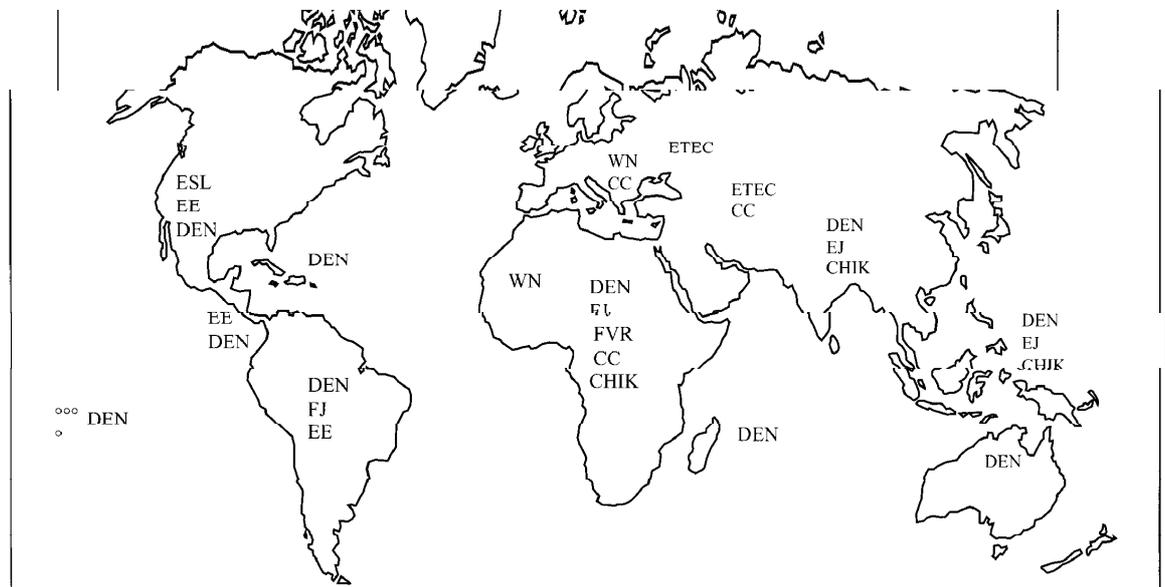
Les « Centers for Disease Control and Prevention » américains ont alors développé un plan stratégique de lutte contre les infections émergentes en 1994 (US Dept of Health and Human Services; 1994) fondé sur la surveillance, l'alerte et la réponse, la recherche appliquée, la prévention et le contrôle et le renforcement des structures de santé publique. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a ensuite initié un plan au niveau mondial fondé sur les mêmes principes (Heymann et al, 1998). À partir de ces deux initiatives, le concept des « **maladies infectieuses émergentes** » a diffusé très largement dans la communauté scientifique, médicale et de santé publique internationale, sans toutefois être toujours utilisé à bon escient.

« **L'émergence** » est l'état de ce qui émerge à savoir « **dépasse le niveau moyen, retient l'attention ou sort du lot...** ». En termes épidémiologiques il s'agit d'une maladie qui apparaît ou dont l'incidence augmente en un lieu donné (Morss et al, 1995).

A. DEFINITION

Les arboviroses représentent un ensemble hétérogène de maladies dues à des virus de structures diverses infectant des vertèbres. Leur point commun est une transmission par des arthropodes hématophages, d'où le nom d'arbovirus (**arthropode borne virus**) (Gubler et al, 1996). Les moustiques, les phlébotomes et les tiques sont les principaux vecteurs (Tableau II). Plus de 500 arbovirus sont répertoriés, dont environ 150 ont une importance médicale (Tableau I). Certaines arboviroses sont strictement animales.

Elles peuvent toucher le bétail et entraîner de graves crises économiques dans les pays en voie de développement. La plupart sont communes à l'homme et aux animaux. Les mammifères constituent le réservoir principal des virus, la transmission à l'homme étant accidentelle. Soit l'homme s'introduit dans le foyer naturel et s'interpose dans le cycle zoonotique du fait de ses activités (chasse, travaux forestiers), soit le virus va à la rencontre de l'homme en empruntant des relais animés (arthropodes vecteurs, singes en quête de nourriture, oiseaux migrateurs) (Jouan et al, 1997). Les arboviroses sont cosmopolites, touchant tous les continents mais surtout les zones tropicales (Fig 2) (Gubler et al, 1996)



CC : Crimée-Congo ; CHIK : Chikungunya ; DEN : dengue ; EE : encéphalites équinées EJ : encéphalite japonaise ; ESL : encéphalite Saint Louis ; ETEC : encéphalite à tiques d'Europe centrale FJ : fièvre jaune ; FVR : fièvre de la vallée du Rift ; WN : West Nile

Figure 2: Répartition mondiale des principaux arboviroses (Gubler et al, 1996)

B. CLASSIFICATION

Avant 1930, on n'avait isolé qu'une demi-douzaine d'arbovirus, dont 4 en Afrique (*Bluetongue*, *African swine fever*, *Nairobi sheep disease et virus amaril*), 1 seul en Europe (*Louping ill*) et 1 aux États-Unis (*Vésiculovirus*). Après 1930, les études se multiplièrent, favorisées par l'approfondissement de nos connaissances et l'intérêt porté à ce complexe original de virus, surtout après la deuxième guerre mondiale. En 1940, la liste ne s'était allongée que d'une dizaine de virus. Entre 1950 et 1979, environ 460 nouveaux virus sont entrés dans le catalogue, 34 entre 1980 et 1989 et 3 seulement par la suite. Depuis 1980, et surtout depuis 1990, l'intérêt – donc les crédits – a beaucoup diminué et le nombre d'arbovirus connu reste stable, autour de 530 ou 540. (Casals 1957, Clarke 1958).

En fait, tous les virus qui figurent dans le « catalogue » ne sont pas des arbovirus (Tableau I). En toute rigueur, un virus ne peut être classé parmi les arbovirus que si l'on a démontré que le mode habituel de transmission implique un arthropode hématophage. Certes, dans certains cas, d'autres mécanismes peuvent intervenir: ingestion de lait cru (encéphalite d'Europe centrale, due à un *Flavivirus* transmis par tiques), sang frais, aérosols. On a ainsi pu observer exceptionnellement, dans les conditions naturelles, une contamination en l'absence d'arthropode vecteur : contamination au laboratoire (aérosols, piqûre), infection iatrogène (transfusion de sang infectieux), contact direct avec des organes ou sécrétions d'animaux infectés : rat musqué pour la fièvre hémorragique d'Omsk (*Flavivirus*) ; avortats de brebis dans le cas de la fièvre de la vallée du Rift (*Phlebovirus*) (Verani et al ,1995). Ces exceptions ne contredisent pas la règle du rôle prédominant de l'arthropode vecteur : développement du virus dans l'organisme de l'arthropode, avec passage dans le tube digestif puis dans les glandes salivaires.

La première classification était sérologique. Elle a été exposée par (Casals, 1957):

- Groupes A, B, C, *California*, *Bunyamwera*... ;
- Sous-groupes ou complexes, tels les virus de la dengue ;
- Groupe d'attente, de virus « non groupés » ou sans position taxinomique bien établie (une douzaine en tout).

Les « supergroupes » (supergroupe *Bunyamwera*, des fièvres à phlébotomes, etc.) sont aujourd'hui considérés comme des genres.

La classification actuelle est virologique. Près des 2/3 des arbovirus appartiennent à 3 familles qui sont constituées en majorité, mais pas exclusivement, par des arbovirus :

- *Togaviridae* (ancien groupe sérologique A de Casals) : 28 virus, dont 17 pathogènes pour l'homme ;
- *Flaviviridae* (ancien groupe B) : 68 virus, dont 38 pathogènes pour l'homme ;
- *Bunyaviridae* (4 genres: *Bunyavirus*, *Phlebovirus*, *Nairovirus*, *Hantavirus*): 252 virus, dont 64 pathogènes pour l'homme.

Une proportion notable (27,8 %) appartient à 2 autres familles :

- *Reoviridae* (*Orbivirus*, *Coltivirus*) : 77 virus, dont 6 pathogènes pour l'homme
- *Rhabdoviridae* (*Vésiculovirus*, *Lyssavirus*) : 71 virus, dont 6 pathogènes pour l'homme.

Le reste (moins de 6 %) se répartit entre d'autres familles, d'intérêt limité.

Les critères de reconnaissance d'un arbovirus sont donc stricts (Tableau II) : l'arbovirus doit avoir été isolé à la fois chez un arthropode et un vertébré ; et on doit avoir expérimentalement établi la transmission active de l'arthropode au vertébré.

De nombreux virus peuvent être hébergés par la plupart des arthropodes (entérovirus chez les mouches), mais ils ne sont jamais transmis activement (Burke et al, 2001).

Tableau I: Classification de quelques virus.

Arbovirus	Non-arbovirus
<p><i>Flaviviridae</i> Dengue Fièvre jaune Encéphalites à tique (TBE, maladie de la forêt de Kyasanur, Fièvre hémorragique d'Omsk)</p> <p><i>Togaviridae</i> Marburg Encéphalite équine du Venezuela Encéphalite équine de l'Ouest Encéphalite équine de l'Est Chikungunya Lassa</p> <p><i>Bunyaviridae</i> Machupo Fièvre de la vallée du Rift Junin Fièvre hémorragique de Congo–Crimée Sabia</p>	<p><i>Bunyaviridae</i> Hantavirus (Hantaan, Séoul, Sin Nombre, Andès...)</p> <p><i>Filoviridae</i> Ebola</p> <p><i>Arenaviridae</i> Guanarito Crimée Sabia</p>

(Abgueuen et al, 2000)

Tableau II: Classification et vecteurs des arboviroses.

Famille	Genre	Espece
FLAVIRIDAE	FLAVIVIRUS	Fievre jaune (Moustique) Dengue 1 2 3 4 (M) Encephalites japonaise (M) Encephalites de Saint Louis (M) Fievre hemorrhagique d'Omsk (Tique) Fievre du foret de Kaysanur (T) Murray Valley (M), Louping hill (T) West Nile (M) Encephalites a tiques europeennes (T)
TOGAVIRIDAE	ALPHAVIRUS	Chikungunya (M), O'Nyong Nyong (M), Sindbis (M) Encephalites equines Est, Ouest, du Venezuela (M)
BUNYAVIRIDAE	BUNYAVIRUS NAIROVIRUS PHLEBOVIRUS	Bunyamwera (M), Bwamba (M), Guam (M), Tahina (M) Fievre hemmoragique Crimee-Congo (T) Fievres de la vallee du Rift (M et T), Fievres des trois jours (Phlebotome)
REOVIRIDAE	ORBIVIRUS	Kemerovo (T), Lebongo (M) Orungo (M), Colorado (T)

(Abgueguen et al, 2000)

C. LES ARBOVIROSES HUMAINES MAJEURES

1. La Dengue

C'est l'arbovirose majeure dans l'espèce humaine et elle est en constante progression (Fig 3). L'homme est pratiquement le seul vertébré infecté bien que l'infection de singes ait été mise en évidence en Malaisie et au Sénégal. Le virus de la dengue appartient au genre **Flavivirus** de la famille des **Flaviviridae**. Quatre serotypes (DEN 1, 2, 3 et DEN 4), n'assurant pas de protection croisée, sont responsables de 100 millions de cas annuels, de 250 000 cas graves et d'une mortalité de **20 000 à 30 000 cas/an**.

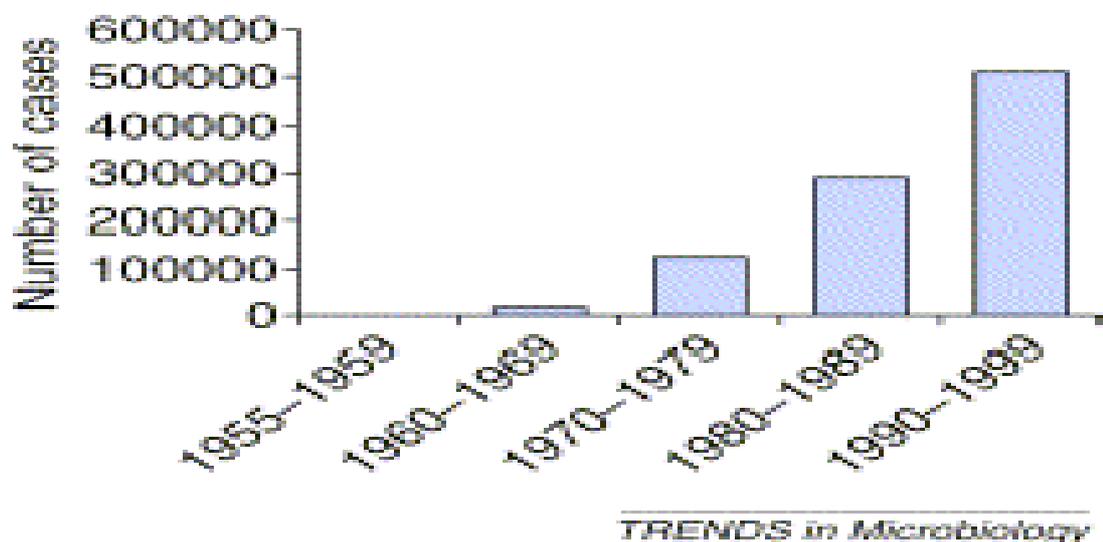


Figure 3: Incidence annuelle moyenne des cas de dengue hémorragique reportés à l'OMS entre 1955 et 1999 (OMS 2000).

La transmission est assurée par des moustiques du genre *Aedes* dont les larves colonisent les récipients domestiques ou abandonnés, les citernes, les toilettes, les canalisations et les caniveaux. *Aedes aegypti* (Figure 4) anthropophile, domestique et urbain, est le vecteur des épidémies qui touchent les villes et *Aedes albopictus*, espèce sauvage et rurale, est responsable de la transmission endémique du virus en zone urbaine et péri-urbaine.



Figure 4: *Aedes (aegypti/ albopictus)*



Figure 5: gites larvaires (pneu usés)

(Photo IPNC 2005)

La dengue est endemo-épidémique en Asie, dans le Pacifique Sud et ne cesse de s'étendre vers l'Amérique centrale et du Sud. En Afrique, la dengue est surtout présente sur les côtes occidentales et orientales, au Sénégal, au Burkina Faso, mais elle n'est ni épidémique ni hémorragique.

L'extension de *Ae. albopictus* à partir de l'Asie serait liée au transport intercontinental de vieux pneus (Fig 4), gîtes d'*Aedes* (Guillet et al, 1999).

Des dengues hémorragiques sont signalées à Cuba depuis 1981 et aux Caraïbes depuis 1986, aux Antilles françaises en 1998 (Solomon et al, 1998), la région côtière de la Guyane française (DEN2) en 1991 et 1992. Le Nord de l'Italie est actuellement colonisé par *A. albopictus* qui pourrait y transmettre la dengue bien que ce moustique ne soit pas un bon vecteur (Guillet et al, 1999).

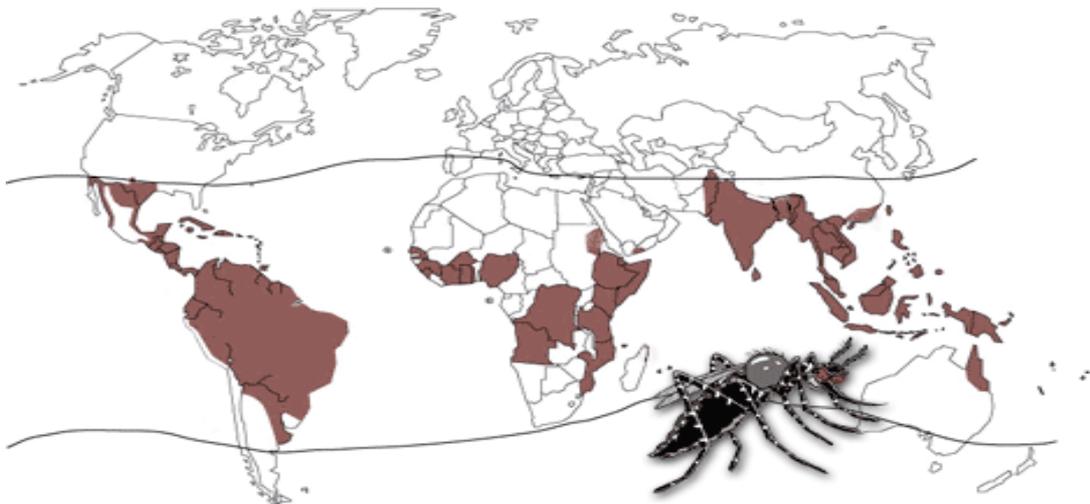


Figure 6: Distribution de la dengue dans le monde en 2000 source OMS.

L'incubation est en moyenne de 5 à 8 jours, 80 % des formes sont inapparentes, 10 % se traduisent par des symptômes classiques et bénins (fièvre algues début brutal, douleurs dorsales avec attitude guindée des patients donnant son nom de la maladie, et 10 % sont graves: dengue hémorragique dont la mortalité est de 50 % et dengue avec choc infectieux. Une réinfection par une souche de dengue hétérologue entraînant l'intervention d'anticorps facilitants et une libération massive de cytokines est une des explications aux formes hémorragiques. (Kanayanarooj et al, 1997).

La majorité des dengues et, surtout, les formes hémorragiques touchent les enfants. Elles sont souvent confondues avec les autres maladies infectieuses et parasitaires graves comme le paludisme.

Aucun vaccin n'étant actuellement disponible, la prévention se résume à la lutte antivéctorielle et aux mesures de prévention individuelle.

L'utilisation de moustiquaires est cependant peu adaptée au genre *Aedes* dont l'activité est diurne. (Toulou et al, 1997).

2. La Fièvre jaune

Le virus **amaril** appartient au genre **Flavivirus** de la famille des **Flaviviridae**. L'incidence annuelle de la fièvre jaune serait de **200 000 cas /an** responsables de **30 000 décès cas /an** (Morillon et al, 1998). En Amérique, le principal réservoir du virus est représenté par les singes et accessoirement les marsupiaux. Les moustiques du genre *Aedes* diurnes, sont les principaux vecteurs. La zone d'endémicité s'étend du Venezuela et de la Colombie jusqu'au Panama, les pays les plus touchés étant la Bolivie, le Brésil et la Colombie (bassin amazonien) où l'on signale des cas sporadiques. En Afrique intertropicale, du **15 °N au 15 °S**. Les épidémies majeures surviennent actuellement en Afrique de l'Ouest (Sénégal, Nigeria, Ghana, Burkina Faso, Gambie, Mali), le réservoir est assuré par les singes (Fig 7).

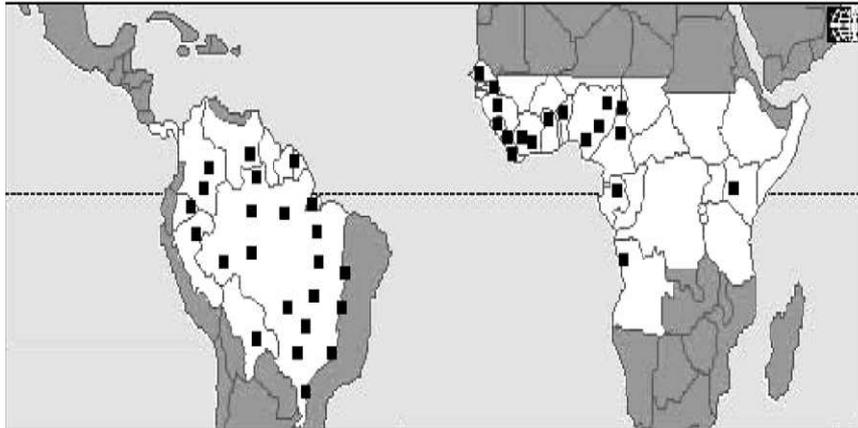


Figure 7: En Blanc, les zones africaines et américaine d'endémie amarile (OMS 1999)

Cliniquement, l'incubation est silencieuse de 3 à 6 jours, le début est brutal par un syndrome pseudo-grippal. La virémie est de 3j avec fièvre (40°C), pouls dissocié, polyalgies, agitation ou prostration, troubles digestifs, syndrome congestif cutanéomuqueux avec érythème diffus et hyperhémie conjonctivale. Suit une phase de remission de 24 heures et la phase marquée par un ictère. Le syndrome hémorragique est profus, surtout digestif, responsable de douleurs épigastriques et vomissements noirâtres avec anurie. La mort survient dans 30 % des cas, entre le 5^e et 8^e jour. En cas de guérison, il n'y a pas de rechute, aucune séquelle et l'immunité est définitive.

La vaccination est recommandée chez les voyageurs séjournant en zone d'endémie ou chez ceux venant d'une zone d'endémie et se rendant dans une zone indemne de fièvre jaune mais où le vecteur est abondant. (Bouree, 1992).

Elle se fait dans un centre agréé qui délivre un carnet international de vaccination contrôlable aux frontières. Une dose S/C de vaccin 17 D(**Stamaril**) thermostable qui est vivant atténué assure une immunité 10 jours après la vaccination pour une durée légale de 10 ans (en fait la protection est assurée pendant plus de 20 ans).(Bouree,1992).

3. La Fièvre West Nile

La fièvre à virus West Nile est une arbovirose, causée par un **flavivirus** de la famille des **Flaviviridae**, isolé pour la première fois en 1937 en Ouganda et pouvant évoluer vers une encéphalite grave voire mortelle chez l'homme (Zientara et al ,2001).

Le cycle épidémiologique de la maladie repose sur un réservoir principalement aviaire (oiseaux sauvages essentiellement migrateurs) et sur une transmission vectorielle par des moustiques appartenant principalement au genre *Culex* (Hubalek et al, 1995).

D'abord connue en Afrique et observée en Camargue dans les années 60, l'infection par le virus West Nile a véritablement émergé en Europe et surtout sur le continent américain lors de ces dix dernières années (États-Unis depuis 1999, puis Canada en 2000 et Mexique en 2003) (Zeller et al , 2004).

Elle est devenue un véritable enjeu de santé publique aux Etats-Unis où elle est à l'origine d'une épidémie/épizootie de très grande ampleur.

Au 1er août 2004, **14 549** cas humains (dont 566 décès) et **21 443** cas chez les chevaux ont été recensés dans ce pays depuis 1999. (CDC Atlanta 2004).

Alors que la circulation virale est réputée enzootique et endémique en Afrique et en Asie (à l'exception d'épidémies décrites en Afrique du Sud en 1974 et en 1983), des épidémies et épizooties sont régulièrement signalées depuis 1994 dans les pays du Maghreb (Zientara et al, 2005).

En Europe, le virus West Nile a causé des épidémies en Roumanie (1996, 835 cas dont 17 décès) et en Russie (Volgograd en 1999, 826 cas dont 40 décès) et une épizootie en Italie (1998, 42 chevaux morts) (AFSSA 2004).

Le virus a été également à l'origine d'une épidémie/ épizootie en Israël en 1999 et en 2000 (471 cas humains, 37 décès) (Weinberger et al , 2001).

Fort-Dodge vient d'annoncer la commercialization dès le mois de juin 2009, du premier vaccin équin contre l'encéphalite de West-Nile (fièvre du Nil occidental). Ce vaccin, dénommé **Duvaxyn® WNN** ; Il s'agit d'un vaccin inactivé adjuvé. (OIE.2009).

Aucun vaccin à usage humain contre le virus West Nile n'est disponible. Les raisons de la variabilité spatio-temporelle des évolutions épidémiologiques restent difficiles à appréhender. (OIE.2010).



Figure 8: Distribution du virus dans le monde (source CDC 2002)

4. La Fièvre de la Vallée du Rift

Cette arbovirose due à un **Phlebovirus** de la famille des **Bunyaviridae**, dont il n'existe qu'un seul type antigénique, est transmise surtout mais non exclusivement par des *Aedes*, réservoirs de virus. C'est dans la vallée du Rift, au Kenya, que le virus de cette affection a été découvert en 1931 par Montgomery (Lefevre et al, 1997). Les premiers cas humains mortels ont été répertoriés en Afrique du Sud en 1975 puis des épidémies ont touché l'Égypte en 1977, la Mauritanie en 1987, le Kenya en 1998. Des cas de contamination professionnelles sont rapportés chez des équarrisseurs, des éleveurs ou des bouchers. Une contamination humaine par aérosol est possible à partir des produits d'avortement du bétail infecté.

Chez l'homme, dans 95 % des cas, l'infection se traduit par une forme pseudo-grippale non compliquée. Une atteinte oculaire avec photophobie et perte de l'acuité visuelle peut s'observer de même qu'un décollement de la rétine. Exceptionnellement, des méningo-encéphalites ou des formes ictero-hémorragiques sont décrites avec le plus souvent une évolution fatale. Dans les formes hémorragiques, 2 à 4 jours après le début du syndrome grippal, apparaissent des pétéchies, des ecchymoses, des hémorragies sous-cutanées. Une hépatosplénomégalie avec ictère et anémie sont habituelles et le décès par choc survient en quelques jours. (Morillon et al, 1998).

Un vaccin inactivé à usage humain a été mis au point. Celui-ci n'est pas homologué ni commercialisé mais on l'a utilisé expérimentalement pour protéger les vétérinaires et le personnel de laboratoire courant un risque élevé d'exposition à la FVR. (OMS 2000).

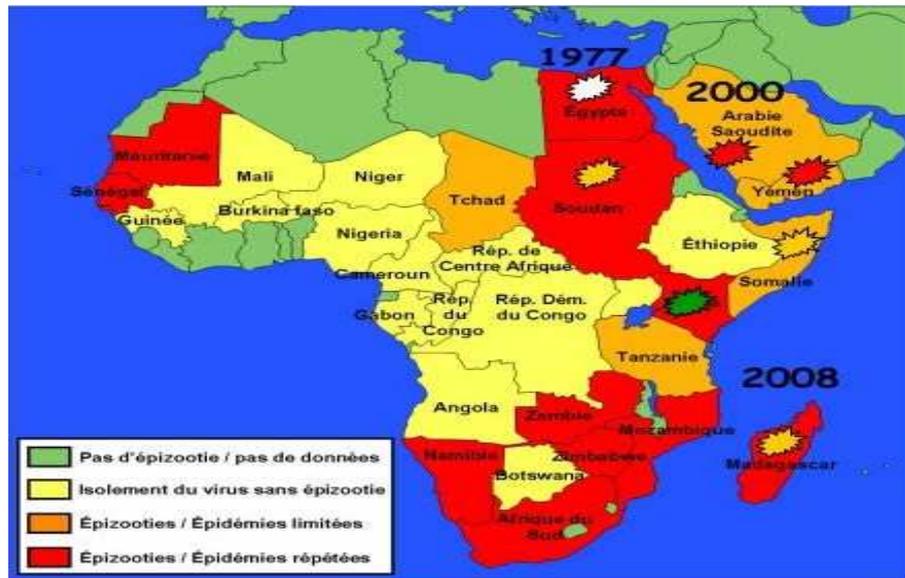


Figure 9: Répartition de la fièvre de la Vallée du Rift en 2003 (OMS).

5. Le virus Chikungunya (alphavirus)

La fièvre Chikungunya est causée par un **alphavirus** (CHIK.V) à ARN appartenant à la famille des **Togaviridae** et au séro groupe des virus *arthritogéniques* du type Semliki Forest (Porterfield et al, 1980). Le CHIKV est connu pour être transmis à l'homme par les piqûres des moustiques femelles du genre *Aedes*, notamment par *Ae. Aegypti*, vecteur de la dengue et de la fièvre jaune (Guilloteau et al, 2007).

Isolé pour la première fois par Ross en 1953 au décours d'une épidémie apparue au Tanganyika (future Tanzanie), son nom dérive de l'attitude particulière des malades : en dialecte du peuple *makonde*, Chikungunya signifie « **marcher courbé** » (Ross et al, 2001).

En 2004-2005, une épidémie d'infections à CHIKV est partie de l'île de Lamu (13 500 cas, séroprévalence 75 %) puis a touché la côte Kenyaine avant d'atteindre l'archipel des Comores (215 000 cas, 63 %) en janvier 2005 (Sergon et al, 2008).

En 2005-2006, sans doute à la faveur d'une mutation de son génome et des transports aériens (Schuffencker et al, 2006), le virus s'est répandu dans les populations non-immunes des îles de l'Océan Indien : La Réunion (300 000 cas, 38 %) (Gerardin et al ,2008), Mayotte (65 000 cas, 37 %) (Sissoko et al , 2008), Maurice, Les Seychelles et Madagascar. En décembre 2005, le CHIKV a également gagné le sous-continent Indien où l'épidémie a pris une ampleur sans précédent (plus de 1400 000 cas dans quinze Etats), dépassant toute possibilité de dénombrement (Yrogolkar et al, 2006).L'Italie, où 257 cas ont été notifiés en deux mois, principalement dans deux petits villages de la province d'Emilia-Romagna (Harisson et al, 1971). (Fig 10).

Ces chiffres peuvent s'expliquer par l'excellente capacité vectorielle *d'Ae. Albopictus*, le **moustique tigré** d'Asie, en pleine expansion dans le monde (Delaunay et al, 2009).

Elles se manifestent par une fièvre élevée $> 39^{\circ}\text{C}$ d'apparition brutale, des arthralgies souvent intenses touchant préférentiellement les extrémités (poignets, chevilles, phalanges) mais aussi le rachis, contraignant le patient à rester couché (Sorge et al, 2009).

Les différentes souches de CHIKV sont proches sur le plan antigénique si bien qu'une infection contre une souche est protectrice vis à vis des autres souches. Plusieurs vaccins ont été testés dont le vaccin vivant atténué **l'USAMRIID**, développé par l'armée américaine dans les années 80 et dont la tolérance est apparue, qui provoquait la formation d'anticorps sans toutefois que l'activité protectrice ait pu être démontrée au plan clinique car aucun des sujets vaccinés n'a été ensuite exposé au CHIKV (Couderc et al , 2009).

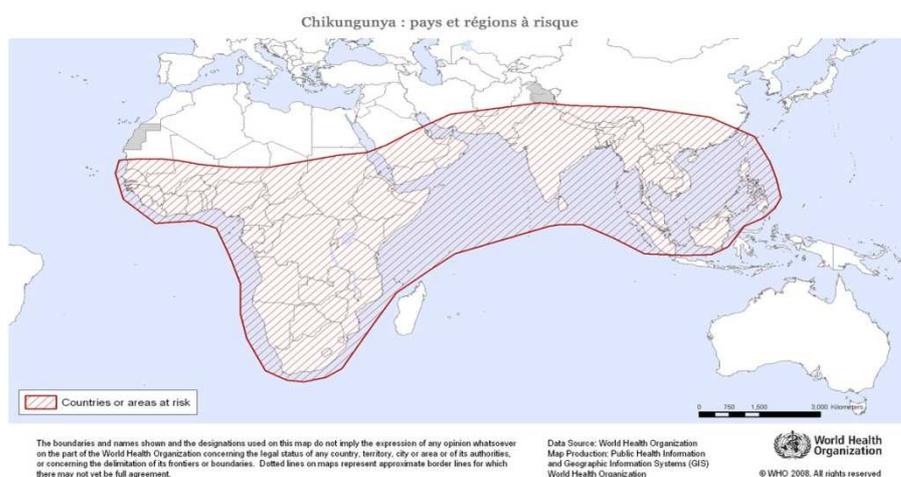


Figure10: Distrubution de la maladie (CHIKV) dans le monde (OMS 2008).

6. Toscana virus et Fièvre a phlebotomes sérotype Sicilien (SFSV)

Toscana Virus (TOSV) est un arbovirus qui appartient au genre **Phlébovirus**, famille des **Bunyaviridae**. Il a été isolé pour la première fois en 1971 en Toscane, une région du centre de l'Italie, à partir de la mouche du sable *Phlebotomus perniciosus*. Ce virus peut être transmis à l'homme par deux espèces différentes de mouches volantes : *Phlebotomus perniciosus* et *Phlebotomus perfiliewi*, vecteurs de *Leishmania infantum*. (Venturi et al.2003).

L'infection à TOSV était initialement largement décrite dans plusieurs villes en Italie. Actuellement, plusieurs cas ont été rapportés en France, en Espagne et dans le reste des pays méditerranéens (Hemmersbach-Miller et al, 2004), (Echevarria et al, 2003). Ceci témoigne de la dissémination de cette infection dans le pourtour méditerranéen, faisant de cette affection une pathologie émergente dans cette région.

Cependant, des cas de méningites et de méningo-encéphalites ont été rapportés dans la littérature (Nicuolo et al ,2005), (Dionisio et al ,2001). Les méningites à *Toscana virus* représenteraient environ 52% des méningites aseptiques en Italie (Charrel et al ,2005). Une étude prospective récente a démontré l'implication de *Toscana virus* dans 1,5% des encéphalites en France (Mailles et al, 2009).

En Tunisie, un seul travail récent avait étudié la prévalence de TOSV dans les infections neuro-méningées (Nicuolo et al ,2005). Ce travail estime à 10% les cas de méningites et de méningo-encéphalites virales dues à TOSV (31/315 prélèvements).

(SFSV) a été isolé par (Sabin, 1943), Child Hospital Res. Fdn, Cincinnati (USA), à partir d'un pool de deux sérums prélevés sur humain. (Acav et al, 1996).

Lieu de collecte à partir de Palerme, Sicile (Italie), Chez l'homme qui est considéré comme hôte de la maladie, se caractérise par: Fièvre, céphalées, myalgie, arthralgie, douleurs retro orbitales, conjonctivite, anorexie, malaise général. (Bartelloni et al, 1976)

Les vecteurs sont des Phlebotomes : *Phlebotomus sp*, *Phlebotomus papatasi* et sa répartition géographique atteint l'Égypte, Italie, Inde, Iran et Pakistan.

D. LES ARBOVIROSES ANIMALES MAJEURES

On regroupe sous le vocable d'arboviroses d'intérêt vétérinaire, les arboviroses qui entraînent des pertes économiques plus ou moins importantes chez les animaux domestiques.

Les arboviroses, souvent graves pour l'homme, dans lesquelles des animaux sauvages (primates, rongurs, ...) interviennent en tant que **réservoirs**, telles la fièvre jaune, les dengues ou encore la fièvre à tiques du Colorado, mais qui sont sans conséquence sur les animaux de rente. (Tableau 3)

4. La Fièvre de la Vallée du Rift

La fièvre de la vallée du Rift est sans contexte l'exemple le plus illustratif des arboviroses pour lesquelles l'impact économique, aussi important soit-il en médecine vétérinaire, est considéré comme secondaire comparé aux conséquences en santé humaine.

L'impact économique de la FVR en a été occulté. En fait, s'il est difficile voire impossible, d'estimer cet impact pendant les silences inter-épizootiques, celui-ci peut se révéler considérable lors d'épizootie (80 à 100 d'avortements chez toutes les espèces domestiques le long du fleuve Sénégal en 1987). (Acha et al, 1989).

Première période: de 1931 à 1977

Dès sa première description en 1931 par Daubney et Coll. au Kenya, sous le nom d'hépatite enzootique, la transmission de la FVR à l'homme a été clairement établie (Daubney et al, 1931). Pourtant, au cours de la première moitié du siècle, elle est signalée en Afrique australe et de l'Est comme une maladie essentiellement animale pouvant se traduire parfois par de véritables flambées épizootiques comme celle de 1951 en Afrique du Sud, restée célèbre pour avoir entraîné au moins 500 000 avortements et la mort de plus de 100 000 moutons.

Même quand elle atteint des hommes, elle est considérée comme une anthroponose secondaire, la maladie humaine restant relativement bénigne, de type pseudo-grippal.

Deuxième période: Les épizooties d'Égypte et de Mauritanie.

• Égypte en 1977

Les études qui ont suivi ont permis de retracer l'évolution de la maladie et de constater, notamment, que le virus circulait depuis au moins six mois chez les animaux. De même, des mortalités et des avortements avaient été signalés dans le sud du pays plusieurs mois auparavant, ce qui laisse à penser que la fièvre de la vallée du Rift est entrée en Égypte en provenance du Soudan, a descendu le long du Nil et a explosé quand elle a rencontré des conditions écologiques favorables (périmètres irrigués le long du canal d'Ismailiya, qui rejoint le Nil au niveau du Caire). IL semble établi, en outre, que sa réapparition en 1993 serait due à une nouvelle introduction et non à son maintien sous forme enzootique. (Meegan et al, 1979).

• Mauritanie en 1987

L'épisode de Mauritanie est lui aussi démonstratif (Jouan et al, 1988). L'épizoo-épidémie qui s'est déclarée en octobre 1987 avait été annoncée par l'Institut Pasteur de Dakar qui avait démontré au cours d'une enquête sérologique sur animaux domestiques qu'un cycle d'amplification existait dans le triangle Kaedi-Selibaby-Aïoun El Atrouss (taux d'anticorps de l'ordre de 16% chez les caprins, de 14% chez les ovins et de 33% chez les dromadaires, contre moins de 10 % en temps normal).

Troisième période: depuis 1987 en Mauritanie et au Sénégal.

Depuis cet épisode, la fièvre de la vallée du Rift a fait l'objet de suivis périodiques en Afrique de l'Ouest. Au Sénégal, la diminution des taux d'anticorps chez les petits ruminants laisse à penser que le virus a arrêté de circuler le long du fleuve et dans la région du Ferlo jusque dans les années 1993-1994 (Thiongane et al, 1987). Il en est de même en Mauritanie, où des foyers sont réapparus à la fin des années 90, en 1998 à Aïoun El Atrouss, 1999 : Sud-Tagant.

La situation en Afrique de l'ouest ne manque pas d'être préoccupante tant du point de vue médical que vétérinaire en raison de projets d'aménagement hydraulique (périmètres irrigués) sur le fleuve Sénégal dans la région de Manantali au Mali.

5. La Fièvre West Nile

Moins de 20% des infections s'expriment cliniquement, généralement sous la forme d'un simple syndrome pseudo-grippal (hyperthermie, abattement), plus rarement par une affection nerveuse du type méningo-encéphalite. Une ataxie a été observée dans 72% des cas au cours de l'épizootie WN de 2000 en Camargue, et pour 65% des cas en 2004, avec une modification du comportement dans 45% des cas et des tremblements musculaires chez 35% des cas. (Ziantara et al, 2003).

Les déficits des nerfs crâniens sont observés dans 20% des cas ; parfois la maladie se traduit par des formes très frustes telles que coliques, boiteries ou modification de comportement transitoires. Quelques cas d'hépatite associés à l'infection ont été décrits (1%).

Une hyperthermie modérée peut être observée 3 à 6 jours postinfection, une deuxième phase d'hyperthermie pouvant être mise en évidence 5 à 22 jours après infection chez une majorité (près de 65%) des animaux développant des signes neurologiques.

Les symptômes neurologiques peuvent persister pendant 5 à 30 jours, la récupération complète ou partielle du cheval pouvant s'étendre sur plusieurs semaines à plusieurs mois. (Wilson et al, 2003).

La létalité chez les chevaux présentant une affection nerveuse peut varier entre (28% en France 2000), (45% au Maroc 1999) et au (USA 2000). Des séquelles de l'infection à virus West Nile peuvent persister, dans moins de 20% des cas : perte de poids, perte de condition physique, léthargie, ataxie, trébuchements et des déficits de nerfs crâniens ont été notés lors de l'épizootie équine de grande ampleur qui a eu lieu aux États-Unis. (Durand, 2002).

Chez les oiseaux, l'infection par le virus West Nile est la plupart du temps asymptomatique.. De même, l'épidémie qui a débuté aux Etats-Unis en 1999 et qui continue à sévir en 2001, tant chez les oiseaux que chez les chevaux ou les hommes, s'est manifestée par une très forte mortalité d'oiseaux tels que des corbeaux, des geais, ainsi que des oiseaux du zoo du Bronx (flamants roses, faisans, aigles....). (Zientara et al, 2002).

6. Lafièvre catarhale du mouton (blue tongue)

Arbovirose, non contagieuse, inoculable. Elle appartient à la liste des maladies notifiables à l'OIE et à l'ancienne liste A. C'est une MRC à déclaration obligatoire.

Elle a été déclarée pour la première fois en Afrique du Sud en 1902 (Hutcheon, 1902). Sa présence est avérée à l'état enzootique sur tous les continents en zone tropicale et subtropicale (entre 20 et 30° Sud et 40-50° Nord). Aux frontières de son aire de répartition, elle sévit de manière épizootique.

Passé en théorie inaperçue chez les bovins (Parsonson, Thompson et al. 1994)

Causée par un virus de la famille des *Reoviridae*, genre *Orbivirus*. Il en existe 24 sérotypes présentant des relations antigéniques plus ou moins étroites entre eux. Le virus est transmis par des arthropodes du genre *Culicoides* (Lefèvre et al, 1988).

C'est un petit virus d'un diamètre compris entre 68 et 70 nm. Le génome est constitué de 10 segments d'ARN bicaténaire, codant chacun pour une protéine (Verwoerd, Louw et al. 1970) et est logé au sein d'une capsid interne composée de 32 capsomères.

Les culicoïdes sont de petits diptères de 1 à 3 mm de long, aux ailes dépourvues d'écailles, en général tachetées de gris et repliées sur le dos (Braverman, 1994). Les dessins formés par les taches sont utilisés pour la diagnose.

Deux types de vaccins sont disponibles:

- Vaccins à virus inactivé contre les sérotypes 2 et 4, destinés aux ovins; des valences dirigées contre d'autres sérotypes (notamment le 16) seront bientôt disponibles;
- Vaccins à virus atténués sud-africains (avec les inconvénients inhérents à l'utilisation de vaccins vivants). (Zientara S)

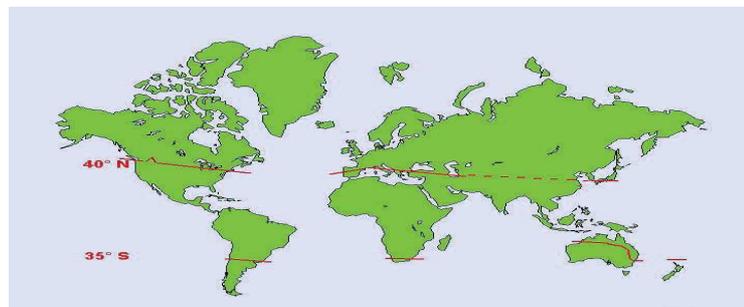


Figure 11: Zone de circulation possible de la fièvre catarrhale (Zientara.2002)

❖ **Impact économique et sanitaire**

✓ **Impact économique**

L'impact économique d'une maladie dépend de plusieurs facteurs:

- Le pouvoir pathogène du virus , la sensibilité ou à l'inverse la rusticité des races animals et le niveau de développement économique du pays.

Ce sont en tout premier lieu les arboviroses exclusivement animales (Groupe I) qui sont concernées, mais pas uniquement comme le montre ci-dessous l'exemple de la FVR. Ainsi, la blue tongue est économiquement grave dans les pays où l'élevage ovin est de type intensif avec races améliorées.

Les pertes sont non seulement directes par mortalité et avortements mais aussi indirectes par retard de croissance, déclassement des carcasses, mauvaise qualité de la laine et restrictions imposées au commerce (interdiction d'exportation). Lors de la première épizootie décrite aux États-Unis en 1952, par exemple, la fièvre catarrhale aurait atteint 350 000 moutons bien que la souche ait été considérée comme peu virulente et les pertes annuelles dues aux restrictions des exportations vers les pays indemnes sont estimés à 125 millions de dollars (Callis et al, 1985).

De même, les incursions périodiques dans les pays du sud de l'Europe qu'il s'agisse de la fièvre catarrhale (Espagne et Portugal de 1967 à 1970, Grèce en 1980 et Albanie en 1999) ou de la peste équine (Espagne en 1987) démontrent à l'envi que les risques pour les pays limitrophes des zones d'enzootie sont loin d'être négligeables.

✓ **Impact sanitaire**

En revanche, en ce qui concerne les arboviroses du groupe III, seule la maladie humaine est prise en compte alors que l'impact économique de la maladie animale est le plus souvent oublié. L'encéphalite japonaise, par exemple, est considérée en Asie comme l'une des principales causes, sinon la principale, d'encéphalites humaines (45 000 cas cliniques par an dans le monde, dont plus de 10 000 cas en Chine et de 3 000 à 4 000 cas en Inde, entraînant annuellement la mort d'environ 11 000 personnes) alors que les pertes dans l'espèce porcine sont sous-estimées voire totalement ignorées (Acha et al ,1989).

Tableau III: Les arboviroses d'intérêt vétérinaire. (Abgueguen et al, 2000)

Maladie	Virus	Espèces sensibles	Espèces réservoirs
Groupe I - Arboviroses exclusivement animales (pas d'infection humaine ou rare)			
	<i>Reoviridae</i>		
	<i>Orbivirus</i>		
Fièvre catarrhale du mouton	24 sérotypes	Ovins	Bovins, ruminants sauvages
Péste équine	9 sérotypes	Cheval	Equidés sauvages
Epizootic haemorrhagic disease of deer	10 sérotypes	Bovins	Ruminants sauvages?
Encéphalose équine	9 sérotypes	Cheval	
	<i>Rhabdoviridae</i>		
Fièvre des 3 jours		Bovins, buffles domestiques	Ruminants sauvages?
	<i>Bunyaviridae</i>		
Maladie du mouton de Nairobi	<i>Nairovirus</i>	Ovins	Tiques
Maladie d'Akabane	<i>Bunyavirus</i>	Bovins	Ruminants domestiques
	<i>Flaviviridae</i>		
Maladie de Wesselsbron		Ovins, ruminants domestiques	Moustiques?
	Non classé		
Peste porcine africaine		Porcs	Suidés sauvages
Groupe II - Arboviroses communes à l'homme et à l'animal (pas de rôle de l'animal dans l'épidémiologie)			
	<i>Togaviridae</i>		
	<i>Alphavirus</i>		
Encéphalites équines de l'Est		Cheval, faisans	Oiseaux
Encéphalites équines de l'Ouest		Cheval	Oiseaux
	<i>Flaviviridae</i>		
Encéphalite West- Nile		Cheval (mouton)	Oiseaux
Groupe III - Arboviroses avec rôle épidémiologique de l'animal domestique			
	<i>Bunyaviridae</i>		
	<i>Phlebovirus</i>		
Fièvre de la vallée du Rift		Animaux domestiques	Rongeurs? Moustiques?
	<i>Flaviviridae</i>		
Encéphalite japonaise		Porcs (cheval)	Oiseaux
Louping ill		Mouton	Mouton, tique

E. ETUDE CLINIQUE DES ARBOVIROSES MAJEURES

Malgré la grande hétérogénéité du groupe déjà mentionnée, les *Arbovirus* présentent un certain nombre de propriétés communes, sur les plans virologique, pathologique, épidémiologique.

1. Caractères virologiques

1.1. Homogénéité virologique

Hormis les Rhabdoviridés, les *Arbovirus* sont des virus de petite taille (le plus souvent entre 25- 00 nm), enveloppés: ils sont constitués d'une capsidie généralement icosaédrique, entourée d'une enveloppe de nature glycoprotéique. De ce fait, ils sont sensibles à l'éther, au chloroforme, au désoxycholate de sodium. Il convient surtout de retenir que l'acide nucléique constituant leur génome est toujours un acide ribonucléique (ARN), parfois subdivisé en plusieurs segments. Ils se répliquent dans le cytoplasme des cellules infectées. Une autre propriété importante est leur sensibilité à la chaleur, ce qui en fait des virus très fragiles (sauf de rares exceptions), très vite inactivés lorsqu'ils ne sont plus hébergés dans une cellule vivante.

Pour les conserver au laboratoire ou dans un prélèvement, il convient donc de les maintenir à très basse température, à un PH déterminé, en présence d'un cryoprotecteur. (Le virus est sensible à la chaleur. Il peut être conservé dans un congélateur à basse température à (-70 C°), dans la carboglace à (- 90 C°) ou dans l'azote liquide à (-196 C°). Il est hémagglutinant à un PH de 6,2 à 6,4. (Karabatos et al, 1985).

Au laboratoire, ils peuvent généralement être cultivés sur culture de cellules: fibroblastes de poulet, rein de singe, de chien, de hamster, de porc... ou, pour certains d'entre eux, sur des lignées cellulaires d'arthropodes (cellules de moustiques ou de tiques).

1.2. Hétérogénéité virologique

Hormis quelques rares exceptions, tous les **Arbovirus** connus appartiennent à cinq familles de virus (Tableau IV):

Tableau IV: Virus officiellement enregistrés associés des arthropods

Famille	Genre
<i>Togaviridae</i>	Alphavirus (28 virus)
<i>Flaviviridae</i>	Flavivirus (68 virus)
<i>Bunyaviridae</i>	Bunyavirus (138 virus) Phlebovirus (43 virus) Nairovirus (24 virus) + 41 virus non classés
<i>Reoviridae</i>	Orbivirus (69 virus) Coltivirus (2 virus) + 6 virus non classés
<i>Rhabdoviridae</i>	Vesiculovirus (18 virus) Lyssavirus (16 virus) + 36 virus non classés

(Rodhain, 2001)

– Les *Togaviridae* : virions sphériques, à capsid e icosaédrique, enveloppés, d'un diamètre de 50 à 70 nm, à génome à ARN monocaténaire, linéaire, de polarité positive. Parmi les trois genres que comprend cette famille, un seul, le genre *Alphavirus* est composé d'*Arbovirus* (28 virus). Il s'agit des *Arbovirus* du « groupe A » de l'ancienne.

– Les *Flaviviridae* : virions sphériques, à capsid e icosaédrique, enveloppés, d'un diamètre de 40 à 50 nm, à génome à ARN monocaténaire, linéaire, de polarité positive. Seul le genre *Flavivirus* comporte des virus transmis par arthropodes (68 virus). IL représente les *Arbovirus* du « groupe B » de l'ancienne classification de **Casals**.

– **Les Bunyaviridae** : virions sphériques, enveloppés, d'un diamètre de 90 à 120 nm, à génome à ARN monocaténaire, trisegmenté (ce qui permet des réassortiments génétiques), de polarité négative. Au sein de cette grande famille, trois genres comprennent des *Arbovirus*: les *Bunyavirus* (138 virus), les *Phlebovirus* (43 virus), les *Nairovirus* (24 virus).

– **Les Reoviridae** : virions sphériques, à capsidie icosaédrique, non enveloppés, d'un diamètre de 60 à 80 nm, à génome à ARN bicaténaire, linéaire, formé de dix (ou 12) segments. Deux genres nous intéressent ici: les genres *Orbivirus* (69 virus) et *Coltivirus* (deux virus).

– **Les Rhabdoviridae**: virions en forme de « balle de fusil », enveloppés, mesurant environ 70 sur 180 nm, à nucléocapsidie à symétrie hélicoïdale, à génome à ARN monocaténaire, linéaire, de polarité négative. Parmi les genres constituant cette famille, deux seulement comportent des *Arbovirus* : les genres *Vesiculovirus* (18 virus) et *Lyssavirus* (16 virus).

En outre, un grand nombre d'*Arbovirus*, encore trop mal connus, n'ont pu être classés avec certitude dans un genre donné ou même dans une famille ; ils demeurent donc « non classés » pour le moment. (Chippaux et al, 1993).

2. Caractères épidémiologiques

Les vertébrés impliqués dans les cycles épidémiologiques des *Arbovirus* sont généralement des mammifères ou des oiseaux, plus rarement des reptiles ou des amphibiens. Le plus souvent, l'homme n'est pas un hôte habituel. Il n'est infecté qu'accidentellement : presque toutes les arboviroses sont des zoonoses.

En raison du nombre et de la variété des vertébrés et des vecteurs impliqués, les cycles épidémiologiques naturels des *Arbovirus* sont généralement très complexes. Les modalités de leur fonctionnement sont évoquées plus loin. (Monath et al , 1988).

3. Physiopathologie des infections a arbovirus

La physiopathologie des arboviroses demeure encore mal connue à bien des égards.

À la suite de l'injection de salive virulente lors de la piqûre d'un arthropode infectant, le vertébré réceptif va développer une infection arbovirale. On observe d'abord une réplication du virus à proximité du point d'inoculation, puis dans les ganglions lymphatiques correspondants; cette première réplication entraîne, chez l'hôte vertébré habituel, l'existence d'une phase de virémie: le virus est alors plus ou moins massivement présent dans le sang durant quelques jours, jusqu'à l'apparition des anticorps spécifiques.

Ceci, d'une part, est une condition indispensable pour le prélèvement du virus par un arthropode hématophage (que cette infection ait ou non, par la suite, une traduction clinique), d'autre part, elle permet la dissémination du virus dans l'organisme jusqu'aux organes-cibles. Suivant le tropisme du virus en cause, celui-ci peut alors être retrouvé non seulement dans les leucocytes, la moelle osseuse, la rate, mais aussi dans le tissu conjonctif, les fibres musculaires, les reins, le foie, le système nerveux central, les glandes endocrines, les glandes salivaires... Au niveau des organes ainsi infectés, la réplication virale à l'intérieur des cellules peut, si elle est suffisamment intense, aboutir à des lésions plus ou moins importantes ou étendues. (Monath et al , 1996)

On note, dès à présent, que tous les *arbovirus* présentent un certain neurotropisme. Chez l'homme, celui-ci ne se manifeste spontanément que dans certaines arboviroses, mais il est à la base de la première méthode d'isolement des *arbovirus* : l'inoculation intracérébrale au souris.

L'infection par un *arbovirus* entraîne, chez le vertébré, une réponse immune, à la fois humorale et cellulaire, relativement complexe.

Différents types d'anticorps, plus ou moins spécifiques, peuvent être décelés dans le sérum, parfois longtemps après la contamination. Certains d'entre eux sont neutralisants, tendant à s'opposer aux effets pathogènes (ou à la formation de plages en culture cellulaire).

Ces anticorps neutralisants sont ceux qui persistent le plus longtemps ; ils protègent contre une infection ultérieure par le même virus. La détection de ces divers types d'anticorps est à la base de différentes techniques de sérodiagnostic. (Albartch et al, 1968).

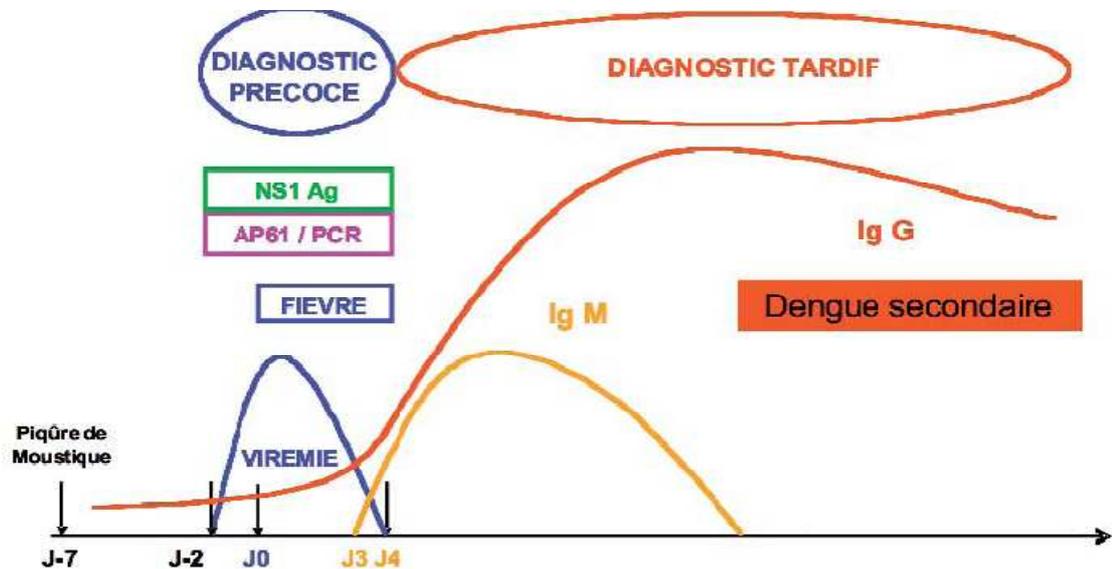


Figure 12: Cinétique des anticorps M et G lors d'une infection primaire (A) et lors d'une infection secondaire par le DENV (B). (Matheus et al, 2009)

Dans certains cas, notamment pour ce qui est de la dengue, on suppose que certains de ces anticorps pourraient, lors d'une infection ultérieure par un virus proche, faciliter l'infection secondaire de cellules-cibles, en particulier les monocytes sanguins, dont la destruction entraînerait la libération de médiateurs vasoactifs et de facteurs intervenant dans la coagulation, ce qui aboutirait à la survenue d'une maladie plus sévère comme des fièvres hémorragiques arbovirales (Monath et al , 1996). (Théorie de la « facilitation immunologique »).

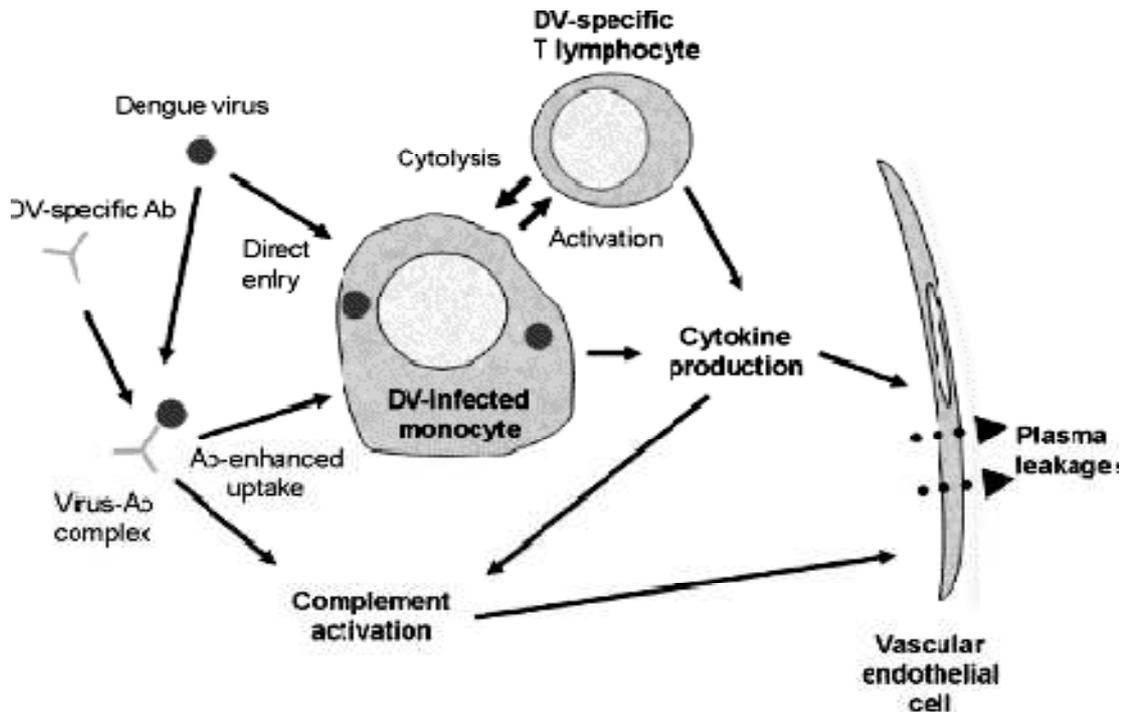


Figure 12 : Modèle d'immunopathogénèse des fuites plasmatiques lors de dengue hémorragique fébrile (forme la plus grave). Celles-ci seraient causées par l'effet de cytokines telles que l'interféron (INF) ou le Tumor Necrosis Factor (TNF), massivement relarguées suite à une réplication virale facilitée par l'ADE, et par l'activation du complément sur les cellules endothéliales (Rothman, 2003).

La survenue d'une immunité à médiation cellulaire est, quant à elle, à l'origine de réactions inflammatoires périvasculaires parfois intenses, en particulier au niveau du système nerveux central qui peut alors être le siège d'extravasation plasmatique et d'œdème dont les effets s'ajoutent à ceux de la destruction des cellules grises par la réplication virale.

4. Principaux aspects clinique des Arboviroses humaines

Les tableaux cliniques entraînés, chez l'homme, par les infections arbovirales, sont extrêmement variés : nous avons vu que les *Arbovirus* pathogènes pour l'homme étaient au nombre de plus d'une centaine, ce qui représente une part très importante de la pathologie virale de l'homme. (Albertch, 1968)

Un premier point à signaler réside dans l'existence d'infections cliniquement inapparentes. Celles-ci peuvent s'observer avec tous les *arbovirus*, même avec ceux réputés les plus dangereux, comme les virus de la fièvre jaune ou de la dengue.

Ces infections ne peuvent alors être détectées que par une sérologie ultérieure, lors d'une enquête épidémiologique par exemple, mais elles sont néanmoins d'une grande importance aux yeux des épidémiologistes car, bien que n'ayant aucune traduction clinique, elles peuvent provoquer une virémie suffisante pour infecter des vecteurs qui assurent ainsi la dissémination du virus ; en outre, elles suscitent une réponse immunitaire de la part de l'organisme, notamment traduite par la longue persistance de certaines catégories d'anticorps (d'où des difficultés rencontrées dans l'interprétation des sérodiagnostics).

Lorsqu'une infection arbovirale est à l'origine d'une maladie clinique, celle-ci présente habituellement une évolution biphasique : après une incubation silencieuse d'une durée de 1 à 10 jours (jamais plus de 15 jours), survient la phase de début, souvent contemporaine de la virémie, qui est suivie d'une période de courte rémission, puis s'installe la période d'état, dont l'aspect est variable suivant le tropisme du virus en cause.

La phase d'invasion est généralement peu caractéristique, quel que soit le virus. Il s'agit d'une affection aiguë fébrile à début brutal : en quelques heures, on note l'apparition d'une pyrexie élevée 39 à 40 C °, accompagnée de frissons, céphalées frontales, anorexie, nausées, malaise général, myalgies et arthralgies, souvent conjonctivite. Cette phase comporte, sur le plan biologique, une leucopénie, parfois une légère thrombopénie. Elle dure 2 à 3 jours. (Deubel et al, 1997).

La période de rémission, qui, dans les formes typiques, lui fait suite, est caractérisée par une baisse très nette de la fièvre entre 37 et 38C °, une diminution des céphalées et des myalgies, une sensation de mieux-être, c'est-à-dire, en définitive, une quasi-disparition de tous les signes évoqués précédemment. Dans quelques cas, l'évolution peut être abortive : Le sujet guérit spontanément, après une phase de convalescence asthénique avec hyperleucocytose compensatoire. (Albartch et al, 1968).

Le plus souvent, néanmoins, au bout de 12 à 36 heures, la fin de la rémission est annoncée par la réapparition de la fièvre, qui demeure alors en plateau vers 40 C°, et de son cortège de signes associés : céphalées souvent vives, anorexie, myalgies, malaise général. Le malade entre alors dans la phase d'état de l'affection, au cours de laquelle se manifeste le tropisme du virus en cause (Dobler, 1996).

D'une manière peut-être excessivement schématique (comme c'est souvent le cas lorsque l'on cherche à faire entrer plusieurs affections dans un même cadre descriptif), on peut alors distinguer trois grands tableaux cliniques: – Les syndromes dengue-like;

– Les syndromes encéphalitiques;

– Les syndromes hémorragiques.

✓ *Syndromes dengue-« like »*

Il s'agit de syndromes aigus, fébriles, algiques, parfois éruptifs. À la suite de la rémission, la fièvre est en plateau à 39 - 40 °C, et les douleurs occupent le devant de la scène. Parfois modérées, elles sont habituellement intenses, entraînant l'insomnie, gênant les mouvements : céphalées très pénibles, frontales, rétro-orbitaires ; myalgies ; arthralgies prédominant aux membres ; lombalgies ; photophobie ; bradycardie.

Inconstamment, peuvent s'observer, d'une part un *rash* fugace, maculopapuleux, parfois purpurique ou prurigineux et prédominant sur le tronc et la racine des membres, d'autre part des adénopathies superficielles et profondes. S'y associent souvent des signes digestifs : nausées, vomissements, diarrhée. De nombreux *Arbovirus* peuvent entraîner, chez l'homme, de tels syndromes. Les principaux sont rassemblés (Tableau V).

Tableau V: Principaux Arbovirus à l'origine de syndromes aigus fébriles.

Famille	Virus	Répartition géographique
<i>Togaviridae</i>	<u><i>Alphavirus</i></u>	
	Chikungunya	Afrique subsaharienne, Asie tropicale
	O'Nyong Nyong	Afrique subsaharienne
	Ross river	Australie, Pacifique sud
	Sindbis	Europe, Afrique, Asie, Australie
	Mayaro	Amérique tropicale
<i>Flaviviridae</i>	<u><i>Flavivirus</i></u>	
	Dengue (quatre sérotypes)	Asie, Amérique, Afrique, Océanie
	West Nile	{ Afrique, Moyen-Orient, Sous- continent indien, Bassin méditerranéen Amérique du Nord
<i>Bunyaviridae</i>	<u><i>Bunyavirus</i></u>	
	Bwamba, Ilesha	Afrique subsaharienne
	Bunyamwera, Tataguine	
	Oropouche	} Amérique tropicale
	Apeu, Caraparu, Itaquei,	
	Marituba, Murutucu, Nepuyo	
	Oriboca, Ossa, Restan	
Guama, Catu		
<u><i>Phlebovirus</i></u>		
Sicile, Naples, Toscana	Bassin méditerranéen	
Chagres, Candiru	Amérique tropicale	
	vallée du Rift	Afrique
<i>Reoviridae</i>	<u><i>Orbivirus</i></u>	
	Orungo	Afrique subsaharienne
	<u><i>Coltivirus</i></u>	
	Colorado tick fever	Amérique du Nord

(Rodhain, 2001)

✓ *Syndromes encéphalitiques*

C'est ici, sous l'effet du neurotropisme du virus, l'atteinte du système nerveux central qui prédomine, entraînant une méningite, une encéphalite, une myélite. Les degrés de gravité de ces arboviroses sont très variés, depuis une discrète atteinte méningée (céphalée intense, raideur de la nuque, quelques vomissements en jet, hyperesthésie cutanée...) durant 2 à 3 jours dans un contexte fébrile, jusqu'à un tableau neurologique complet réalisant une méningo-encéphalo-myélite de pronostic beaucoup plus sévère.

Globalement, les tableaux cliniques associent des signes de souffrance cérébrale liés à la réaction inflammatoire et à l'oedème, et des signes proprement neurologiques résultant de l'atteinte focalisée de certaines cellules de la substance grise (polioencéphalite sans démyélinisation) par le virus (Albartch et al, 1968). Les aspects cliniques observés, à la phase d'état, dans les encéphalites arbovirales, sont extrêmement variés ; ils peuvent associer, selon toutes les modalités possibles, des troubles moteurs (paralysies plus ou moins étendues, tremblements, convulsions, mouvements athétosiques, diplopie, nystagmus, ataxie...), des troubles végétatifs (perturbations des rythmes respiratoire et cardiaque, de la déglutition...), des troubles de la conscience (état confusionnel, excitation, délire...), des troubles psychiques (anxiété, pleurs et rires faciles, agressivité, perturbation du développement psychomoteur chez l'enfant...).

Les neurologues peuvent ainsi définir des syndromes cérébro-méningés, bulbo-spinaux, spinopériphériques, etc, en fonction de la localisation et de l'étendue des foyers de destruction cellulaire. Biologiquement, sont couramment observées une protéinorachie, une réaction lymphocytaire du liquide céphalorachidien (LCR), et les tracés électroencéphalographiques montrent habituellement d'importantes anomalies. (Albartch et al, 1968).

Au bout de 8 à 10 jours d'évolution dans un contexte infectieux fébrile, l'évolution peut se faire, soit vers une guérison spontanée, totale ou avec des séquelles neurologiques parfois dramatiques, soit vers l'installation d'un coma neurologique dont l'issue est habituellement fatale. En cas de guérison, persiste bien entendu une immunité spécifique durable. (Tableau VI) (Dobler et al, 1996).

Tableau VI: Principaux Arbovirus à l'origine de syndromes encéphalitiques.

Famille	Virus	Répartition géographique
<i>Togaviridae</i>	<u><i>Alphavirus</i></u>	
	- encéphalite équine de l'est	Amérique du Nord
	encéphalite équine de l'ouest	Amérique du Nord
	encéphalite équine vénézuélienne	Amérique tropicale
<i>Flaviviridae</i>	<u><i>Flavivirus</i></u>	
	encéphalite japonaise	} Sous-continent indien, Asie du Sud-Est et du Nord-Est Pacifique occidental
	encéphalite de Murray Valley et Kunjin	
	West Nile	} Afrique, Moyen-Orient, Sous-continent indien, Amérique du Nord Bassin méditerranéen Amériques Eurasie tempérée Amérique du Nord, Asie du Nord-Est Amérique du Sud
	encéphalite de Saint Louis	
	encéphalites à tiques	
	Powassan	
Rocio		
<i>Bunyaviridae</i>	<u><i>Bunyavirus</i></u>	
Californie, La Crosse	}	Amérique du Nord
Trivittatus		

(Rodhain, 2001)

✓ *Syndromes hémorragiques*

À la suite de la phase d'invasion, généralement suivie de la classique rémission, la période d'état est ici surtout caractérisée par la survenue de phénomènes hémorragiques, de gravité d'ailleurs très variable.

Il peut, en effet, s'agir de simples tendances hémorragiques bénignes venant compliquer un syndrome fébrile algique (syndrome dengue-*like* avec épistaxis, gingivorragies, pétéchies ou hémorragie conjonctivale sans gravité).

Sur le plan biologique, ces syndromes hémorragiques sont objectivés par une leucopénie, une thrombocytopenie, une hémococoncentration, des signes de cytolysse hépatique, souvent des signes de coagulation intravasculaire disséminée (CIVD).

D'assez nombreux *Arbovirus* peuvent être en cause dans la survenue de FHV dont plusieurs, comme la dengue ou la fièvre jaune, revêtent une importance considérable (Deubel et al, 1997).

Tableau VII: Principaux arbovirus a l'origine de fièvres hémorragiques

Famille	Virus	Répartition géographique
<i>Flaviviridae</i>	<u>Flavivirus</u> Dengue (quatre sérotype)	Asie, Amérique, Afrique, Océanie
	fièvre jaune	Amérique tropicale, Afrique subsaharienne
	forêt de Kyasanur	Sous-continent indien
	Omsk	Sibérie
<i>Bunyaviridae</i>	<u>Phlebovirus</u> vallée du Rift	Afrique
	<u>Nairovirus</u> Crimée-Congo	Afrique, Eurasie méridionale

(Rodhain, 2001)

5. Modalités du diagnostic biologique

Il est bien évident que, si la clinique peut, et doit, faire suspecter une arbovirose devant l'un des tableaux évoqués, elle demeure totalement insuffisante, à elle seule, pour affirmer un tel diagnostic, en particulier devant un cas isolé, c'est-à-dire hors d'un contexte épidémique. Le diagnostic différentiel se pose, non seulement entre les différentes arboviroses, mais aussi et surtout avec, selon les cas, un accès palustre, une fièvre récurrente, une rickettsiose, une grippe ou une rougeole, parfois avec une hépatite virale, une fièvre hémorragique virale, une leptospirose, etc.

D'autre part, il convient de garder en mémoire, le caractère aigu d'une arbovirose, et la relative brièveté de l'incubation, jamais plus de 15 jours.

L'affirmation du diagnostic d'arbovirose et l'identification du virus responsable reposent donc obligatoirement sur un certain nombre d'examen biologiques indispensables.

Sans reprendre les analyses susceptibles de conforter une suspicion d'arbovirose (leucopénie, lymphocytose relative, thrombopénie, lymphorachie...), nous examinons ici les examens biologiques à mettre en oeuvre pour obtenir un diagnostic positif aussi précis et fiable que possible. Le diagnostic biologique en théorie, repose sur trois examens, en fonction du stade évolutif de l'affection. (Rodhain, 1983).

- L'isolement du virus et son identification, ou la mise en évidence de traces du virus ou de son génome ;
- La mise en évidence d'anticorps sériques (sérodiagnostic) ;
- Approche moléculaire ou par ELISA.

Si les deux premières catégories d'examen peuvent être utilisées pour toutes les arboviroses, la dernière, en revanche, n'a de réelle valeur que pour établir un diagnostic de fièvre jaune.

Cette rareté des laboratoires d'arbovirologie fait naître une difficulté supplémentaire, tenant à l'acheminement correct des prélèvements.

6. Traitement

Nous ne disposons actuellement d'aucune thérapeutique étiologique en matière d'arboviroses. Recour donc a des traitements symptomatiques. (Monath, 1988).

Les syndromes encéphalitiques, nécessitent souvent l'hospitalisation en unité de soins intensifs : maintien de l'équilibre électrolytique, lutte contre l'oedème, administration d'antipyrétiques, d'anticonvulsivants, réhydratation... D'autre part, une physiothérapie appropriée peut diminuer l'ampleur des séquelles neurologiques. Par la suite, une rééducation fonctionnelle ou psychomotrice peut s'avérer utile. (Monath, 1988).

Quand aux fièvres hémorragiques, elles nécessitent surtout une surveillance soignée du volume circulatoire afin de prévenir, dans la mesure du possible, l'installation d'un état de choc hypovolémique; il convient également de lutter contre l'hypoxie et l'acidose.

En cas de manifestations hémorragiques sévères, des plaquettes ou des facteurs de coagulation sont souvent indiqués. On conçoit facilement que, dans la plupart des pays concernés, ces thérapeutiques lourdes et complexes ne peuvent malheureusement être appliquées à chaque patient, surtout en cas d'épidémie, la capacité des quelques services de réanimation existant étant alors rapidement dépassée. (Monath, 1988).

7. Prophylaxie

S'appuie sur une évaluation correcte du risque épidémiologique. La première mesure, essentielle, consiste donc à délimiter les foyers et à assurer leur surveillance constante.

Suivant le type de cycle épidémiologique, on peut alors envisager une action au niveau des vertébrés réservoirs, ou des arthropodes vecteurs, dans le but d'interrompre la chaîne de transmission, pour pouvoir protéger la population humaine exposée. (Monath, 1988).

7.1. Surveillance des foyers d'endémie

Cette surveillance permanente nécessite une parfaite connaissance du cycle épidémiologique du virus concerné et de l'écologie de chacun des éléments impliqués, afin d'évaluer l'intensité de leurs contacts. Ces mesures nécessitent l'intervention de spécialistes zoologiques (entomologistes, ornithologistes, mammalogistes, etc). (Monath, 1988).

7.2. Action sur les hôtes vertébrés

Dans le cas de réservoirs sauvages, toute action est illusoire dans la mesure où ces animaux demeurent inaccessibles dans leur quasitotalité.

Au contraire, lorsque le virus admet des animaux domestiques comme hôtes-relais ou amplificateurs, il faut protéger cette faune utile des agressions des vecteurs ou encore de la vacciner lorsqu'un vaccin est disponible.

7.3. Action sur les arthropodes vecteurs

Si la lutte antivectorielle est généralement impossible en ce qui concerne les vecteurs sauvages, on peut, en revanche, envisager le contrôle de certaines populations de vecteurs domestiques ou péri-domestiques, responsables de la transmission à l'homme.

7.4. Protection de la population humaine réceptive

Une telle protection peut résulter soit d'actions au niveau du cycle de transmission, soit d'une immunisation. Il est en effet, possible, surtout dans le domaine des *Arbovirus* à moustiques, de diminuer le contact entre les vecteurs et la population humaine (utilisation de moustiquaires, de répulsifs, suppression de gîtes larvaires à proximité des villages ou dans les villes, climatisation des habitations...).

Quelques vaccins à usage humain sont disponibles, certains depuis longtemps : vaccin anti-marié (fièvre jaune), vaccin contre l'encéphalite japonaise ou contre l'encéphalite à tiques par exemple. Il s'agit, suivant les cas, de vaccins tués (généralement inactivés par le formol) ou de souches virales atténuées. D'autres préparations vaccinales existent également pour l'immunisation des animaux domestiques. Malheureusement, l'emploi systématique de ces vaccins pour la protection de populations importantes se heurte généralement à de nombreuses difficultés techniques et surtout financières. Quelques vaccins ne sont pas d'usage courant, mais demeurent réservés à l'immunisation de personnes particulièrement exposées (personnel de laboratoires, épidémiologistes...). (Flamand et al, 1992).

Des résultats apparemment prometteurs ont été obtenus dans le domaine des sous-unités vaccinales (Toulou et al, 1992). On peut aussi introduire directement, à l'aide d'un vecteur viral, le gène de la protéine en question (Dubel, 1998).

A. GENERALITES

1. Introduction

En raison de leur rôle dans la transmission de nombreux agents pathogènes, hématozoaires, filaires et virus, les moustiques ont une importance primordiale en sante publique (Coosemans et al, 1998).

A ce titre, ils ont motive et motivent encore des recherches faunistiques qui ont permis de décrire plus de 3 450 espèces, réparties entre 38 genres, appartenant a l'ordre des Diptères (Rodhain et al, 1985).

A l'exception de l'Antarctique, toutes les autres parties du monde hébergent des moustiques, aussi bien dans le cercle arctique qu'a des altitudes de 5500 m (Kettle,1995).

Ils vivent aussi bien dans les milieux naturels que dans les milieux urbains. Dix espèces des genres *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* et *Mansonia*, sont particulièrement agressives vis-à-vis de l'homme. Trois de ces espèces prédominent: *Aedes caspius*, *Aedes detritus* et *Culex pipiens*. (Coutin, 1988).

Seules les femelles piquent, leurs pièces buccales vulnérantes sont composées de six stylets mobiles dans une gaine. Un repas de sang est nécessaire à ces femelles pour la maturation de leurs œufs.

Les mâles inoffensifs, se reconnaissent immédiatement à leurs antennes plumeuses. (Coutin, 1988).

2. Un peu d'étymologie

Dès le 12^e- siècle, les moustiques étaient appelés "cussins". Ce nom dérive du latin vulgaire *culicinus*, déformation du mot *culex*, *culicis* qui désignait un petit moucheron piqueur. Ce mot s'est peu à peu déformé en "cousin", dénomination encore couramment employée de nos jours.

Depuis le 16^e siècle, l'appellation mousquites, puis moustique, a fait son apparition par emprunt à l'espagnol "mosquito", diminutif de "mosca" qui signifie mouche. Ce terme fut assez longtemps employé pour désigner les moustiques exotiques.

"Moustiquaire", Ce voile de tulle placé aux fenêtres pour contenir ces insectes à l'extérieur, est un néologisme créé par Bernardin de Saint-Pierre à partir de l'espagnol "mosquitero". (Coutin, 1988).

Galerie de portraits

Les *Aedes* (moustiques chanteurs)

Aedes vient du grec signifiant « déplaisant », du fait du fort gêne qu'entraîne la piqûre de ces moustiques nuisants. (Schaffner et al , 2001).

Leurs ailes sont transparentes, le corps couvert d'écailles colorées (Figure 17) .Ce sont de féroces anthropophiles diurnes.

Ils peuvent transmettre le virus plus de 50jours après avoir piqué une personne malade. (Coutin, 1988).

Les *Anophèles* (moustiques inutiles)

Leur nom d'origine grécque, désignait l'importun. Ce sont des moustiques reconnaissables non seulement à leurs ailes tachetées, mais aussi à la position de leur corps au repos, abdomen relevée , la larve aquatique qui se tient parallèle a la surface l'eau (dépourvue du siphon respiratoire). (Coutin, 1988).



Figure 13: Service de Lutte Anti-Véctorielle DRASS de La Réunion (*Anophèle*).

7. Caractéristique des moustiques

✓ Un gêne considérable

Les moustiques sont à l'origine de nuisances très désagréablement perçues par l'homme comme un élément d'inconfort qui s'oppose à sa détente, à son bien-être dans son habitation et dans ses loisirs. Il est évident que la présence agressive des trois principales espèces de moustiques est une gêne considérable pour le développement économique et touristique de quelques régions ainsi que pour la vie quotidienne.

Certaines personnes présentent de fortes réactions cutanées à la suite de piqûres au visage ou sur les bras. (Coutin, 1988).

✓ Un indispensable repas de sang

Tous les Vertébrés, à sang froid ou à sang chaud sont, selon l'espèce de moustique considérée, des hôtes offrant aux femelles les repas de sang nécessaires à la maturation des ovocytes, repas qui sont absorbés en 1 à 3 minutes.

L'agressivité des moustiques se produit à un moment assez précis de la journée pour chaque espèce; Cette agressivité est favorisée par l'humidité de l'air et l'absence de vent

Les moustiques piquent soit à l'extérieur, soit à l'intérieur des locaux. Parfois, ils se déplacent activement sur d'assez longues distances pouvant atteindre 20 km. Ces distances sont d'autant plus importantes que le vent favorise leur dispersion. Seules quelques espèces montagnardes et *Culex pipiens* se déplacent peu. (Coutin, 1988).

✓ Une diapause pour passer l'hiver

La plupart des moustiques sont réfugiés dans les abris aussi variés que les caves, cavités naturelles, locaux abrités...etc. ou la température reste froide, régulière sans variation brusque ou importante.

Dès le nouveau réchauffement printanier, les femelles quittent leur retraite, piquent un hôte pour murir leurs premiers œufs.

Chez les *Aedes* la diapause peut durer plusieurs mois ou même plusieurs années tant que l'œuf pondu sur la vase humide ne se trouve pas à nouveau submergé. (Coutin, 1988).

4. Morphologie et biologie propre à chaque genre

L'identification s'effectue au microscope optique ou à la loupe binoculaire, certains caractères macroscopiques permettent de différencier rapidement certains genres (Rattanaxy, 2003).

Les moustiques sont des insectes à métamorphose complète. Cela signifie que, durant leur vie, ils passent successivement par des stades bien différenciés : œuf, larve, nymphe puis adulte (imago). Les trois premiers stades évoluent en milieu aquatique. L'éclosion des œufs libère dans ce gîte des larves qui, après quatre mues, se transforment en nymphes. Les formes adultes (imagos) émergent à l'air libre en fendrant l'enveloppe nymphale (exuvie) qui leur sert de flotteur pour déplier leurs ailes avant de s'envoler. La durée de ce cycle biologique varie considérablement en fonction de la température atmosphérique et de la nourriture des larves et des femelles. (Fig 14). (Guillaumot, 2005).

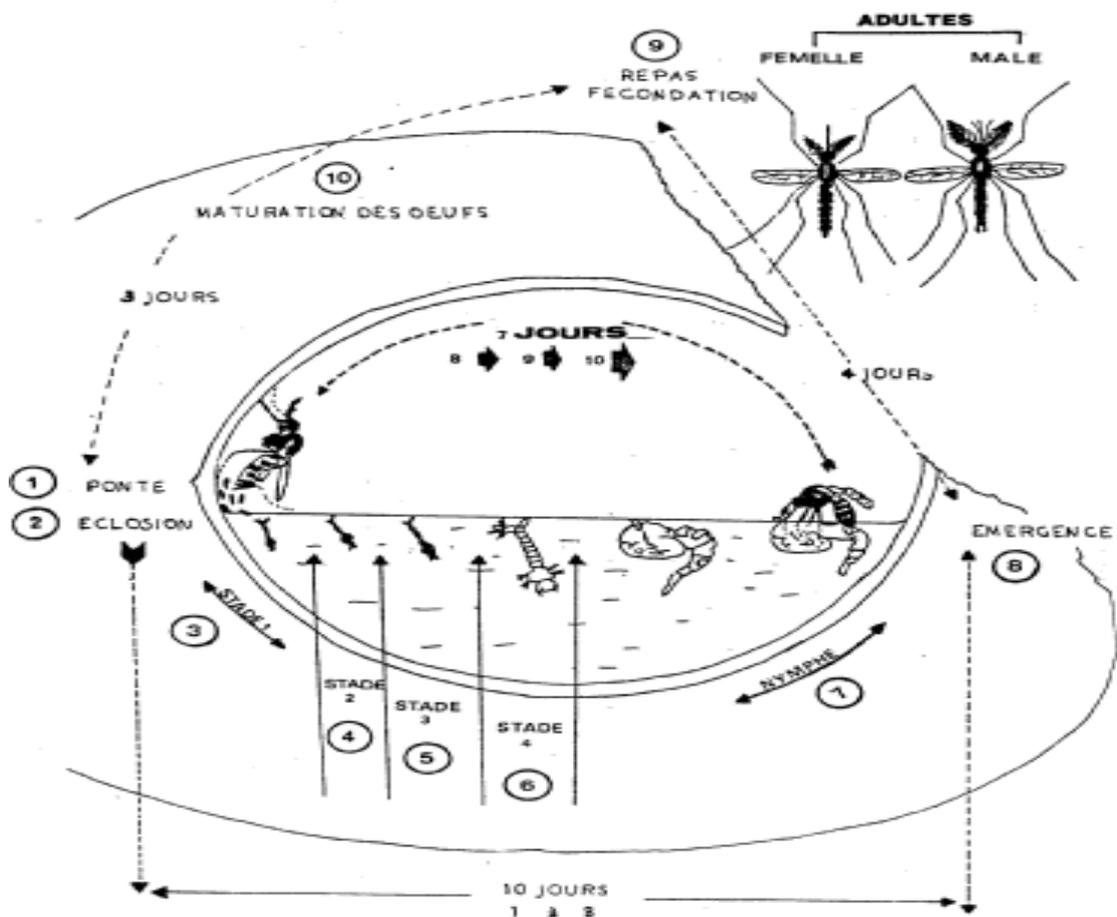


Figure 14: Illustration schématisée du cycle de vie des moustiques (Guillaumot, 2005)

4.1. Les œufs

Les œufs sont très différents suivant les genres et même les espèces. Ils mesurent environ 1 mm de long. Blanchâtre au moment de la ponte, ils s'assombrissent dans les heures qui suivent.

- Ils sont pondus isolément à la surface de l'eau et munis de flotteurs chez les Anophèles, ce qui les rend insubmersibles



Figure 15 : Œufs d'*Anophèles*. (Hurd , Photo IPNC 2005)

- Ils sont groupés en nacelles flottantes de 50 à 200 œufs chez les *Culex*. Ils éclosent généralement au bout de 2 à 5 jours.



Figure 16: Œufs de *Culex* (Starosta, Photo IPNC 2005)

- Les *Aedes* pondent leurs œufs isolément sur des supports à proximité immédiate de la surface de l'eau, ou à même le sol sec.

Ces œufs pourront attendre la montée de l'eau provoquant l'immersion de ceux-ci et l'éclosion de la larve;



Figure 17: Œufs d'*Aedes aegypti*. (Photo IPNC 2005)

4.2. Larves et nymphe

Larves, nymphes et imagos ont une respiration aérienne. L'air s'introduit dans la larve par un siphon tubulaire (réduit chez les Anophelines à une simple plaque respiratoire). La nymphe respire par une paire de trompettes. Chez les imagos, les trachées qui conduisent l'air aux organes débouchent de chaque côté du thorax par deux, spiracles (stigmates).

- Les larves d'*Anophèles* respirent directement l'air extérieur par des stigmates dorsaux, ce qui leur impose une position de repos parallèle à la surface de l'eau.



Figure 18: Larve d'*Anopheles* (Doggett).

- Les larves d'*Aedes* et de *Culex* respirent par un siphon situé à l'extrémité de l'abdomen et sont donc obliques par rapport à la surface de l'eau.



Figure 19: Larve d'*Aedes aegypti* Figure 20: Larve de *Culex quinquefasciatus* (Houdant, 2004)

Les nymphes qui ont la forme d'une virgule, restent généralement à la surface de l'eau mais plongent lorsqu'elles sont dérangées, en déployant et repliant l'abdomen terminé par deux palettes natatoires.

Elles ne peuvent pas se nourrir et elles respirent à l'aide de deux trompettes situées sur le céphalo thorax et non au bout de l'abdomen comme chez la larve; après ce stade on aura la naissance d'un moustique.



Figure 21: Nympe d'Anophèles
(Dogget, 2002)



Figure 22: Naissance d'un moustique
(Pigat, 2003)

- **Les males** apparaissent généralement avant les femelles; leur appareil génital externe subit une rotation de 180 degrés avant l'accouplement qui n'a généralement lieu qu'une seule fois. Leur vie est courte.

- **Les femelles**, rapidement après l'émergence, s'accouplent et conservent les spermatozoïdes dans des sortes de sacs, les spermatheques. Les œufs sont fécondés au fur et à mesure de leur sortie des ovaires. La Longévité des femelles peut aller d'une semaine à plusieurs mois. Certaines femelles peuvent hiberner. Selon les espèces, le mode de vie est très variable, les plus dangereuses se nourrissent sur l'homme et se développent près des habitations. (Hervy et al, 1977).

Le nombre moyen d'œufs produits par femelle et par cycle d'oviposition est d'environ 100 (Christophères, 1960).

B. MOUSTIQUE ET SANTE PUBLIQUE

Les principaux moustiques considérés comme pathogène pour la santé humaine et animale feront l'objet de ce titre. (Fig 23).



Figure 23: Classification de moustique d'intérêt médical. (Rattanaxay, 2003)

1. Transmission de parasites

1.1. Le Paludisme

Les quatre *Plasmodium* humains ne sont transmis que par les moustiques du genre *Anophèles* qui piquent du début de soirée jusqu'au matin. De cette particularité résulte une épidémiologie du paludisme propre à chaque continent.

En Afrique, qui englobe 90 % du paludisme mondial, les risques existent aussi bien en zone rurale qu'en plein centre de zone urbaine. Il en résulte que l'équilibre entre le milieu naturel, les *Anophèles*, les *Plasmodium* et les comportements humains sont complexes et spécifiques de chaque région endémique. Il est donc toujours recommandé, avant tout départ en zone tropicale, de consulter un spécialiste qui connaît à la fois le comportement des anophèles en chaque région du globe ainsi que la saison de transmission du paludisme ; les anophèles ne piquant que rarement tout au long de l'année.

1.2. Les Filaires

Seules trois espèces de filaires transmises par des moustiques sont spécifiques de l'homme *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Brugia timori* (Rodhain, 1999). Elles sont toutes les trois responsables de filarioses lymphatiques qui affectent 100 à 120 millions de personnes de par le monde. La filaire de Bancroft (*Wuchereria Bancroft*) représente à elle seule 90 % de ces filarioses et est responsable notamment d'éléphantiasis.

En Afrique sub-saharienne, les formes à microfilaires périodiques nocturnes (Kettle et al, 1995) sont fréquemment transmises par *Culex quinquefasciatus*.

2. Transmission de virus: les arboviroses (Voir deuxième partie)

3. Les principaux vecteurs d'Arboviroses

3.1. Moustique du genre *Aedes*

Aedes Meigen, 1818 est un genre cosmopolite de moustiques (Culicidae) de la sous famille des Culicinae et de la tribu des Aedini. D'un point de vue médical, le genre *Aedes*, en particulier le sous genre *Stegomyia*, est extrêmement important car il héberge de nombreuses espèces vectrices sources d'arboviroses humaines, telles que la dengue, le chikungunya, la fièvre jaune.

Ce genre regroupe actuellement 263 espèces en 21 sous genres (Harbach, 2007) ce qui en fait, en termes d'abondance d'espèces, le 5ème genre de la famille après les *Culex* (763 esp), *Ochlerotatus* (550 esp), *Anopheles* (455 esp) et *Uranotaenia* (266 espèces).

La dengue est transmise par les moustiques femelles. Le principal vecteur de la maladie est *Aedes aegypti* très anthropophile et largement répandu en zone tropicale et subtropicale.

Ae aegypti a été décrit à partir de spécimens provenant du sud de l'Egypte en 1762 par **Linné**. Depuis cette époque, ses facultés d'adaptation à l'environnement humain lui ont permis de coloniser l'ensemble des pays tropicaux et tempérés doux du monde entier où il s'est imposé comme le principal vecteur de la dengue et la fièvre jaune tuant des millions de personnes et modifiant parfois le cours de l'Histoire. (Boorma,1967).



Figure 24: *Aedes aegypti* femelle. (Photo IPNC 2003).

Le moustique-tigre *Aedes albopictus* est originaire d'Asie du sud-est et de l'océan Indien. C'est l'une des dix espèces les plus invasives au monde, étant actuellement présente dans 80 pays sur les cinq continents. (Knudsen,1995).

Le genre *Aedes* est attiré par le gaz carbonique (Christophers ,1960) et les radiations infrarouges émis par le vertébré.

Le moustique semble posséder une capacité de vol réduite. Dans l'air immobile, sa vitesse moyenne atteint seulement 17 cm/s (Bidlingmayer et al, 1979).

Des études faites avec des individus marqués ont montré des déplacements moyens de 100 à 500 m , ce qui confirme une capacité de dispersion assez faible (chez d'autres Culicidés, des déplacements de plus de 10 km ne sont pas rares (Gwadz, 1969).

Les gîtes notables utilisés par les *Aedes* sont: coquilles d'escargots (Schultze et al, 1983), trous de crabes, bambous coupés (Dunn, 1928), cavités d'arbre, souches creuses, aisselles de feuilles (bananiers, Broméliacées, etc.), Trous de rochers: Brésil, Porto Rico, Afrique. (Moore, 1983)

En milieu urbain, il colonise principalement des gîtes créés par l'homme (Focic et al , 1981). Les dépôts de vieux pneus sont parmi les gîtes les plus productifs.

A Porto Rico, une étude longitudinale a montré une corrélation nette entre le régime des pluies, l'abondance du vecteur et la transmission de la dengue, (Moore et al, 1978).

Dans les gîtes péri-domestiques, les principaux prédateurs sont les larves de moustiques des genres *Toxorhynchites* et *Culex (Lutzia)*.

Les larves d'*Aedes* de par leur activité moindre que celle d'autres moustiques, sont très vulnérables et disparaissent en général les premières en présence de ces espèces (Christophers, 1960).

3.2. Le moustique du genre Culex

Culex pipiens est le moustique le plus fréquent dans le monde. C'est un moustique ubiquiste capable de s'adapter à différents biotopes ; il se développe aussi bien dans les milieux urbains que ruraux, dans les eaux polluées que propres.

Dans plusieurs régions, il est actif pendant toute l'année et atteint son maximum de développement pendant les saisons chaudes. Ses préférences trophiques sont très variables car il est plutôt ornithophile, mais il s'attaque volontiers aux humains et aux mammifères lorsqu'ils cohabitent (Fonesca et al ,2004).

- Adulte: le thorax, les pattes et les veines des ailes sont toujours couverts d'écailles brunes; Sa couleur est terne.
- L'extrémité de son abdomen est toujours arrondie.
- La larve se tient à 45 degrés sous la surface de l'eau.
- Ces moustiques atteignent l'âge adulte en 6 à 10 jours.
- Se développe principalement dans les rizières, les eaux stagnantes polluées et les drains ; très cosmopolite et résistant aux variations climatiques.
- Pique la nuit et se repose généralement en intérieur avant et après son repas. Il peut parfois se reposer en extérieur.
- Préfère les couleurs sombres.
- Il est capable de voler sur de longues distances.
- Vecteur principal de l'encéphalite japonaise B et du virus West Nile.

En plus d'une compétence vectorielle démontrée à transmettre le virus, de préférences trophiques variées, d'une abondance et d'une longue période d'activité, les femelles infectées de cette espèce sont capables de transmettre le virus à leur progéniture (Fonesca et al, 2004), ce qui fait de ce moustique le premier suspect du maintien et de la transmission de l'enzootie du virus West Nile.

3.3. Les moustiques du genre *Phlebotomus*

Les *phlebotomus* sont des insectes, diptères (une paire d'ailes), nématocères (avec des antennes filiformes), qui appartiennent à la famille des Psychodidae où ils constituent la sous-famille des Phlebotominae qui regroupe environ 800 espèces largement réparties dans les régions tropicales et tempérées. Ils transmettent les leishmanioses, la bartonellose et plusieurs arboviroses. (Dolmatova et al, 1971), (Abonnec et al, 1972).

Les arboviroses dues aux *phlébotomus*, restent insuffisamment connues. Les virus transmis se répartissent en trois genres appartenant à des familles différentes : Phlebovirus (famille des Bunyaviridae, présents dans l'ancien Monde et le nouveau Monde), Orbivirus (famille des Reoviridae, présents dans le nouveau Monde) et Vesiculovirus (famille des Rhabdoviridae, présents dans l'ancien Monde et le nouveau Monde).

Dans la région méditerranéenne, seuls les phlébovirus sont impliqués en médecine. Ils définissent ce qui est communément appelé le groupe des « fièvres à phlébotomes », « fièvres à papatasi » ou encore « fièvres de trois jours ». Ils appartiennent aux sérocomplexes Sicile et Naples, ce dernier incluant le virus Toscana. Les signes cliniques évoquent un syndrome méningé estival, mais le diagnostic étiologique est délicat à poser en l'absence d'arguments biologiques et l'épidémiologie demeure assez mal connue.

Quelques vecteurs sont identifiés tels que *P. perniciosus* pour Toscana, *P. perfiliewi* pour Naples ou *P. papatasi* pour Sicile (Schmidt et al, 1971), (Charrel et al, 1988)

Les périodes à risque d'été minées correspondent presque toujours aux périodes d'abondance maximale des phlébotomes. Cependant, des questions demeurent sans réponse, en ce qui concerne l'existence d'un réservoir animal de virus ou l'identification, souvent difficile du vecteur. De plus, la découverte régulière de virus responsables de fièvre ou de méningites lymphocytaires (Verani et al, 1988), (Hemmersbach-Miller et al, 1988) donne un intérêt nouveau à l'étude des *phlébotomus*.



Figure 25: *Phlebotomus* femelle (EM-BP)

4. La multiplication du virus dans le moustique et sa transmission

Avant de se multiplier, le virus doit franchir la paroi stomacale du moustique; Cette barrière passée, il se disperse et se multiplie dans les organes y' compris les ovaires (Christophers, 1960) de l'hôte, avant d'arriver au niveau des glandes salivaires.

Le moustique peut être, de la sorte, réceptible au virus sans être pour autant capable de le transmettre. Pour que l'arthropode devienne infectant, il faut que le virus ait traversé l'épithélium des glandes salivaires et soit présent dans la salive.

La réceptivité dépend de divers facteurs qui sont la souche de l'agent pathogène, son titre, les souches génétiques du moustique et l'éventuelle association d'autres microbes. La production d'un agent antiviral par les cellules de moustique infectées a été évoquée pour expliquer l'inhibition de la réplication d'un alphavirus surinfectant les mêmes cellules (Condereay et al , 1986).

Divers auteurs ont démontré que le moustique ne s'infecte que si le titre du virus présent dans le sang ingéré dépasse un certain seuil (Paige et al, 1975).

De manière plus précise, les obstacles à la pénétration du virus sont les suivants:

- ✓ La formation, 5-8 heures après le repas sanguin, d'une membrane péritrophique qui semble empêcher le contact du virus avec l'épithélium stomacal (Freyvoge et al , 1965)
- ✓ L'action possible de diverses enzymes digestives sur les arbovirus est encore peu connue (Christophers, 1960).
- ✓ La charge électrique de la superficie des cellules de l'estomac semble interférer sur la fixation de certains arbovirus mais non sur d'autres (Fièvre jaune) (Patty et al , 1970).
- ✓ L'existence de récepteurs spécifiques sur ces mêmes cellules stomacales n'est pas bien établie (Christophers, 1960).

Une fois infecté, le moustique le reste sa vie durant, cependant sans être infectant à chaque repas (Christophers, 1960). Il joue ainsi également un rôle de réservoir de virus.

L'excrétion de l'agent pathogène avec la salive dépend à la fois de la souche de l'agent et de celle du moustique et semble génétiquement déterminée. Des *Ae aegypti* d'origines diverses ne transmettent pas de la même manière différentes souches des virus dengue ou de la Fièvre jaune, de Plasmodium, ou de filaires (Schliessma et al, 1974).

L'efficacité de la transmission, une fois le moustique infecté, dépend du titre viral au moment de l'infection, de la température et de la régulation intracellulaire de la quantité de virus (Christophers, 1960).

La transmission à l'hôte vertébré s'effectue par inoculation de salive au moment du repas sanguin. La sécrétion de salive, bien que non indispensable pour l'alimentation ou la digestion, permet au moustique de s'alimenter plus rapidement (Mellin et al, 1981).

Dans certains cas, le moustique est capable de transmettre le virus à sa descendance par transmission transovarienne (TTO). Joint à la capacité de résistance à la dessiccation des œufs, ce phénomène rend encore plus réel le rôle possible de vecteur-réservoir du moustique et pourrait permettre d'expliquer le devenir du virus durant les périodes inter-épidémiques.

Récemment, après d'anciens essais infructueux (Tesh, 1984) ou contradictoires (Marchou, 1906), la TTO par *Ae aegypti* des virus dengue et Fièvre jaune a pu être démontrée expérimentalement.

La transmission vénérienne des mêmes virus entre mâle et femelle ont également été démontrées (Christophers, 1960).

Chez *Aedes albopictus*, il n'y a pas de transmission virale vénérienne entre le mâle et la femelle comme cela peut se produire pour *Aedes aegypti*. Mais il existe une transmission verticale transovarienne du virus de la femelle *Aedes albopictus* à ses œufs, ce qui vient accroître la menace potentielle (Rodhain et al, 1985).

IL existe une transmission verticale chez les culex pendant l'hiver et une autre horizontale dès l'entrée du printemps pour l'amplification du virus West Nile. (Panagiotopoulos, 2010).

PROBLEMATIQUE ET OBJETS DES TRAVAUX

I. Problématique

Ce thème nous a été proposé en fonction des événements récents concernant la circulation et l'isolement d'arbovirus dans la majorité des pays qui nous entourent.

L'année 2010 a été marquée par 3 événements qui ont bouleversé le statut sanitaire humain et animal en zone méditerranéenne et intertropicale :

❖ Aout 2010 : Le virus West Nile gagne du terrain en méditerranée

L'été 2010 a été marqué par une flambée des cas d'infection à virus West Nile dans plusieurs pays d'Europe et du bassin méditerranéen (Turquie, Maroc et Israël). De nombreux cas équin ont été rapportés (60 cas) en octobre 2010, même des cas humains furent ainsi signalés. Cette activité exceptionnelle du VWN, dans de nouvelles régions d'Europe (en Bulgarie, en Grèce en Macédoine centrale, en Italie, en Sicile...), semble avoir été favorisée par les conditions climatiques de cet été, associant des pluies abondantes et des températures élevées, propices à la multiplication des moustiques vecteurs du genre *Culex*. Le foyer grec, en est le plus important en Europe, avec 200 cas humains (dont 20 décès), et huit cas équin rapportés au 24 septembre 2010. (Danis, et al 2010).

Au Maroc en 2010

Le 18 août 2010, le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche a notifié à l'OIE une épizootie de West Nile chez des chevaux dans les provinces de Benslimane et Mohammedia situées dans la région de Chaouia-Ouardigha au centre-ouest du pays. Le 24 août 2010, 18 cas équin ont été confirmés dont 8 décès (17 à Benslimane et 1 à Mohammedia) dans 16 foyers distincts. Ces cas ont été confirmés par sérologies et PCR par les 2 laboratoires nationaux marocains de Rabat et Casablanca ainsi que par le laboratoire de référence de l'OIE en Italie (Bulletin Hebdomadaire International N°257).

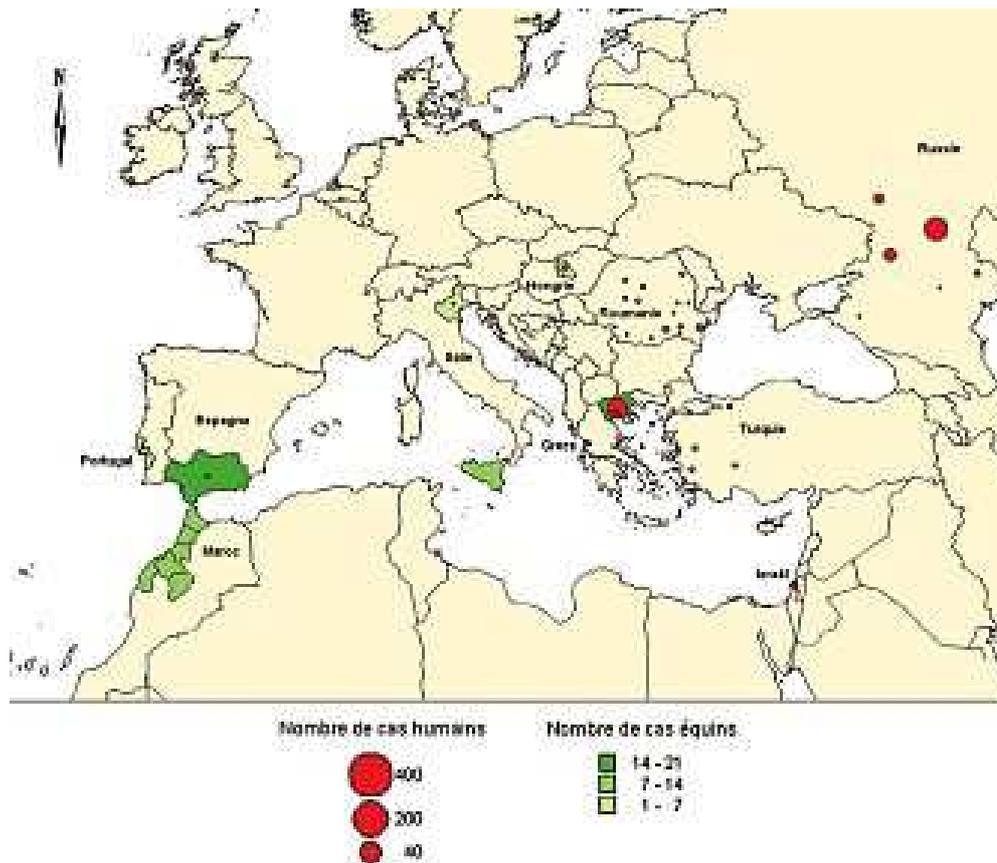


Figure 26 : Répartition géographique des cas d'infection par le virus de West Nile dans le bassin méditerranéen et en Europe en 2010. (Bulletin Hebdomadaire International N°257).

❖ Septembre 2010 : Le virus de la Dengue en France

Un cas de dengue « autochtone » a été détecté en Métropole à Nice. Il s'agit du premier cas européen de contamination sur le territoire, les autorités affirment que le risque d'une épidémie est limité mais ne peut pas être exclu. Un deuxième cas autochtone de dengue a été détecté. Il s'agit d'un jeune homme de 18 ans qui est en bonne santé. C'est un proche du premier cas détecté. 13 autres personnes d'un même quartier sont placées sous surveillance. (Foulongne et al, 2010).

Global distribution of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*), 2008.

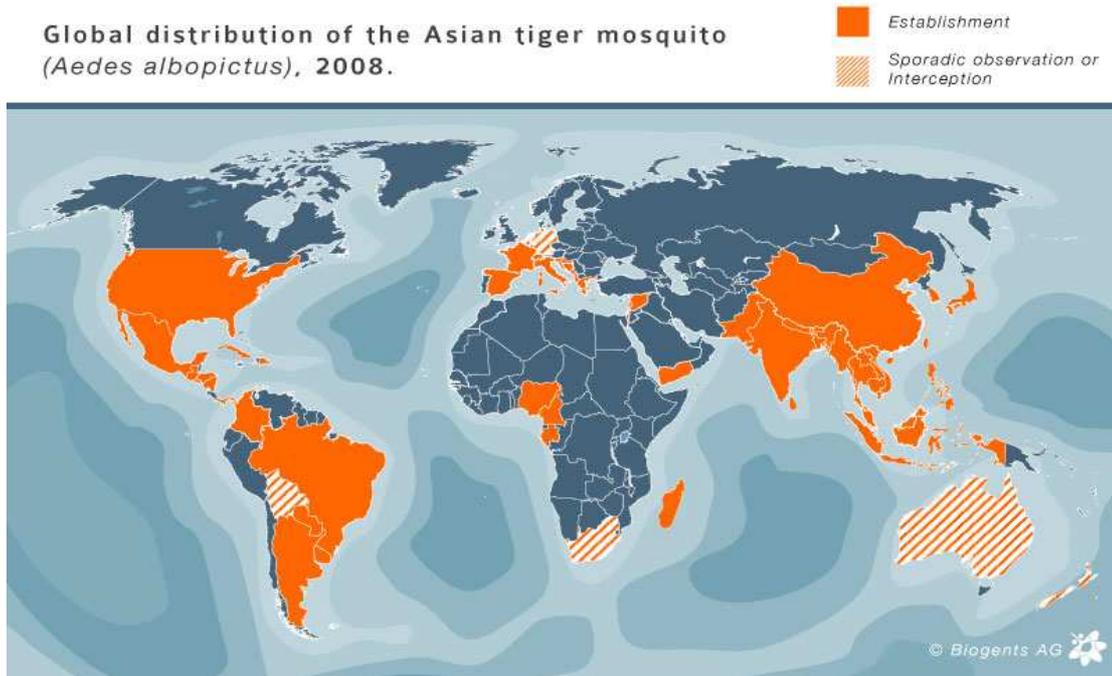


Figure 27 : Distribution du moustique tigre (*Aedes albopictus*) (OMS 2008)

Décembre 2010 : La Fièvre de la Vallée de Rift (Maurétanie)

Un foyer de fièvre de la vallée du Rift s'est déclaré dans la ville mauritanienne d'Aoujeft (Nord), faisant des pertes en vies humaines et animales ; la presse indépendante parlant de 17 décès et des malades ont été notamment envoyés dans des hôpitaux de **Nouakchott**. L'Agence mauritanienne d'information (**AMI**, officielle), n'a pas précisé le bilan.

La dernière grande flambée épidémique a été signalée en 2000 au **Yémen** et en **Arabie saoudite**.

D'après ces événements alarmants, la question qui nous a attiré l'attention est la suivante :

Bien que l'Algérie fait partie des pays du bassin méditerranéen et de la zone intertropicale; est-ce que l'absence de déclaration des cas d'affections aux arboviroses signifie t'elle réellement que notre pays en est indemne des arboviroses????

II. Objectifs des travaux

Notre présent travail a eu par conséquent comme objectif, la description de la situation zoo-sanitaire qui prévaut actuellement à nos frontières et les dangers récurrents pouvant altérer notre statut sanitaire vis-à-vis des arbovirus circulants dans la zone;

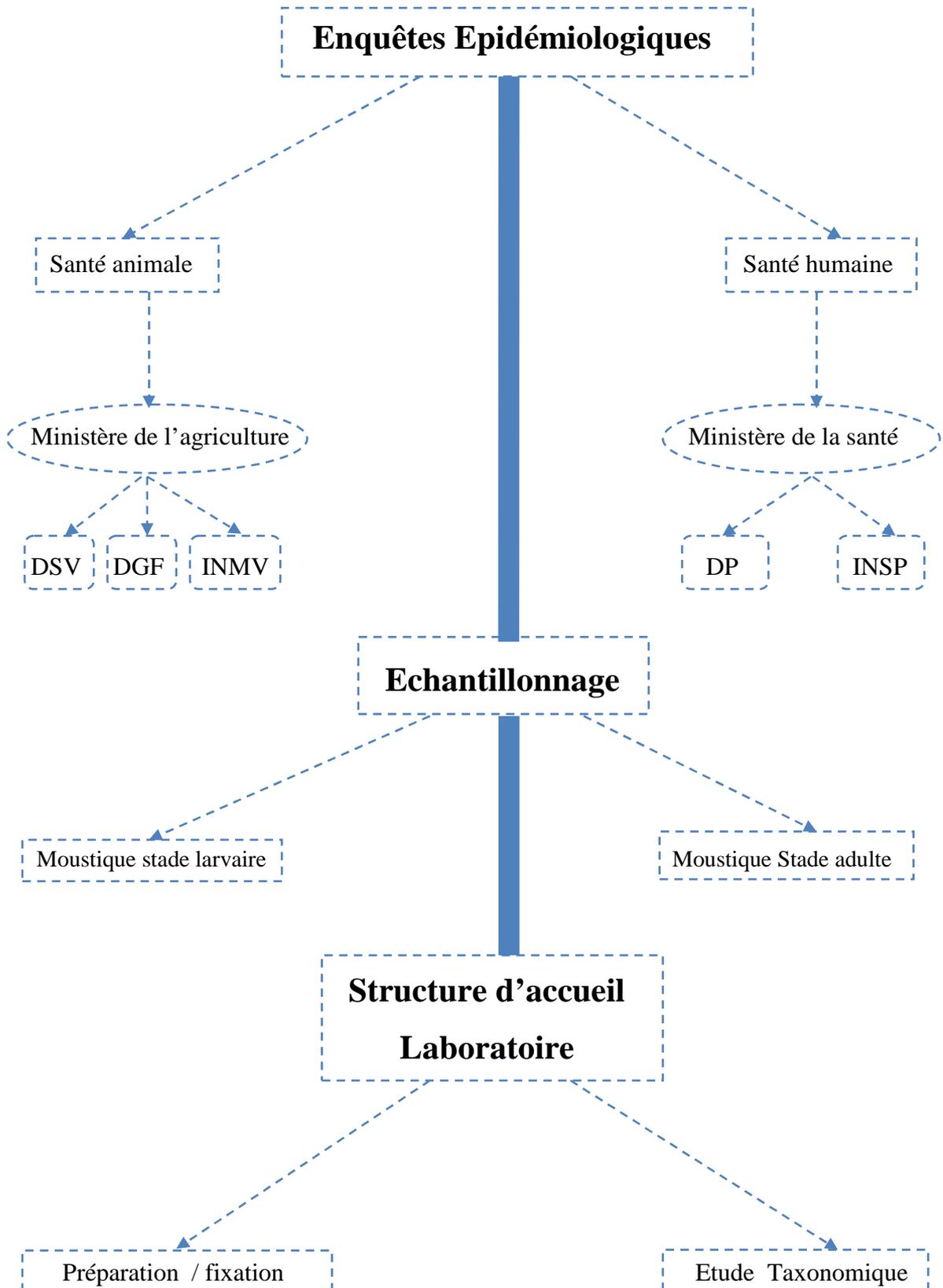
Pour cela, une approche de surveillance des vecteurs d'arboviroses complétée par une étude taxonomique a été entreprise dans quelques wilayas du centre du pays, et Ghardaïa, représentant le carrefour des wilayas du Sud.

La Durée de l'étude est comprise entre septembre 2010 et juillet 2011

Nous avons adopté la démarche suivante selon 3 grands volets:

- 1. Epidémiologie des arboviroses en Algérie (la situation actuelle).**
- 2. Etude taxonomique des vecteurs.**
- 3. Surveillance des vecteurs d'arboviroses**

III. PLAN DU TRAVAIL



F. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Enquêtes épidémiologiques

Afin d'avoir une idée sur la situation des arboviroses en Algérie auprès des institutions sanitaires humaines et animales, une enquête **descriptive transversale**, basée sur des questionnaires conçus pour chaque organisme a été réalisée.

1.1. Secteur de la santé humaine

A. Enquête auprès de la direction de la prévention (Ministère de la santé, de la population et de la réforme hospitalière)

Cette approche a été menée pour disposer de données épidémiologiques relatives aux arboviroses chez l'homme.

La méthodologie s'appuie sur des questionnaires préétablis par les services cités afin de disposer de données concernant l'épidémiologie des deux symptômes majeurs caractéristiques des arboviroses :

- L'épidémiologie des gripes estivales.
- L'épidémiologie des méningo-encéphalites ou méningites virales.

Selon (Gubler, 1996) ; la majorité des arbovirus ont un tropisme cérébral et peuvent causer des méningo-encéphalites ou des céphalées, et une allure grippale surtout pendant l'été-Automne (virus West Nile).

NB : Devant la non disponibilité des données relatives aux méningo-encéphalites virales auprès des services de prévention, nous avons ciblé les services de diagnostic de l'hôpital d'El Kettar, qui représentent le point nodal des maladies infectieuses en Algérie.

B. Enquête à l'hôpital d'El Kattar

Un questionnaire concernant le diagnostic des arboviroses a été établi dans ce sens.

C. Enquête auprès de l'institut national de la santé publique (INSP)

Elle avait pour but de collecter les données épidémiologiques des méningites virales auprès du service d'information sanitaire à l'INSP, à partir d'un questionnaire conçu, en s'appuyant sur critères suivants :

- Les données épidémiologiques des méningo-encéphalites humaines,
- La démarche du diagnostic des méningo-encéphalites humaines entreprise
- Leurs méthodes de diagnostic.

Selon (V. Keoluagkhot, 2004), la majorité des méningites à liquide clair sont **Virales** avec évolution bénigne en quelques jours, elles se caractérisent par :

- Triade classique (présente dans 50-60%) : fièvre, céphalée: début brutal.
- Raideur de la nuque
- Troubles de conscience : agitation, convulsions ou coma
- Le LCR est clair, transparent, non purulent "*eau de roche*"

Les principaux agents de Méningites à liquide clair sont répertoriés dans le tableau VIII:

Tableau VIII: Principaux agents de Méningites à liquide clair (V.Keoluangkhot ,2004).

Virus	Bactéries	Fungi / Parasites
<p><u>Entérovirus</u> virus coxsackie A et B virus ECHO poliovirus</p> <p><u>Virus ourlien</u> (oreillons)</p> <p><u>Herpes virus</u> HSV1, HSV2, HSV6</p> <p><u>HIV</u></p> <p><u>Adénovirus</u></p> <p><u>Arbovirus</u></p>	<p><u>Tuberculose</u></p> <p><u>Listériose</u></p> <p><u>Brucellose</u></p> <p><u>Spirochètes</u></p> <p>Leptospirose</p> <p>Syphilis</p> <p>Maladie de Lyme</p> <p><u>Rickettsioses</u></p> <p>Scrub typhus</p>	<p><u>Champignon</u></p> <p>Cryptocoque</p> <p><u>Parasite</u></p> <p>Angiostrangylus</p> <p>Gnathostoma</p> <p>Cysticercose</p> <p>Schistosoma</p> <p>Sparganose</p> <p>Trichinose</p>

1.2. Secteur de la santé animale (Ministère de l'agriculture et du développement rural)

A. Enquête au niveau de la Direction des services vétérinaires (D.S.V)

Cette enquête avait pour but de connaître la situation sanitaire chez nos espèces animales et l'influence des arboviroses animales majeures. Nous avons ciblé par notre questionnaire les maladies pouvant affecter les équidés, à savoir la fièvre West Nile, et la Fièvre de la Vallée du Rift qui pourrait toucher l'espèce ovine.

B. Enquête auprès de l'institut national de la médecine vétérinaire (I.N.M.V)

De par leurs missions de diagnostic, de déclaration obligatoire et de la surveillance des maladies animales, les services de l'INMV ont été ciblés par notre enquête.

C. Enquête auprès de la direction générale des forêts (D.G.F)

Pour pouvoir étudier la population culicidienne existante sur les lieux et pour pouvoir disposer de données relatives à la population d'avifaune qui séjourne au niveau des zones humides, étant donné que les oiseaux migrateurs sont considérés comme réservoirs du virus West Nile (Malkinson et al, 2002).

Nous avons donc sollicité les services concernés dans le but de :

- ❖ Collecter des informations sur la population d'oiseaux migrateurs qui s'séjourne au niveau des zones humides algériennes (réserve de Réghaia) et la connaissance des principaux couloirs migratoires.
- ❖ Connaître la taxonomie de la population de moustique existante autour de la zone humide de Réghaia.

Le choix du travail au sein des zones humides a été entrepris en se basant sur les travaux réalisés par (Triki et al, 2003) qui ont montré que la Tunisie a été frappée en 1997 par la première épidémie à virus West Nile dans deux gouvernorats côtiers à zones humides (Sfax et Mahdia). Au total, 173 cas ont été comptabilisé dont 8 furent décédés.

De même en Algérie, une étude a été faite dans ce sens portant sur la caractérisation des peuplements de Culicidae ornithophiles impliqués dans la transmission du virus West Nile dans les zones humides d'El Kala. (Lakhdara, Bouslama, 2009).

2. Etude taxonomique et surveillance des vecteurs d'arboviroses

Cette approche vise à connaître la population de moustiques qui circule dans les zones à étudier afin de pouvoir élaborer un plan de surveillance des vecteurs d'arboviroses.

Pour avoir une idée proche de la réalité concernant la population des moustiques qui circulent dans quelques wilayas du centre du pays et à Ghardaïa ; nous avons réalisé d'une part une enquête **descriptive transversale** sur une durée de 9 mois afin d'avoir une image instantanée (un cliché) de la population de moustiques existante et d'autre part, une enquête **descriptive longitudinale** faite à Réghaia et à Ghardaïa au vu de l'importance de ces deux zones dans la surveillance des vecteurs.

2.1. Matériel biologique

Pour la taxonomie des différents genres de moustiques qui circulent pendant notre durée d'étude, nous nous sommes intéressés à la récolte des larves de moustiques aquatiques à partir des différents gîtes larvaires qui peuvent exister et à la capture des moustiques du stade adultes par les pièges lumineux.

D'après (Krida et al, 1998) seules **les larves du quatrième stade** sont à récupérer et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle.



Larves de *Culiseta* au stade 4

Figure 28 : Larves de moustique (Photo personnelle)

2.2. Matériel non biologique (Voir Annexe 7)

2.3. Méthodologie du travail

Les wilayas d'Alger a été choisi en fonction du risque d'introduction du virus West Nile a travers la zone humide de **Reghaia** , on s'inspirant des travaux de (Balenghien,2006) sur l'identification des vecteurs WN dans les zones humides dans le sud de la France (Camargue), et aussi suite a la localisation du port international du pays d'où le risque d'introduction des œufs du moustique vecteur de la Dengue et CHIKV (*Aedes albopictus*) avec les marchandises en provenance surtout d'Asie (Rodhain,1991).

Les autres wilayas du centre ont été choisi afin du surveiller les vecteurs de ces arboviroses.

Ghardaïa a été choisi entant que carrefour des wilayas du Sud et suite a sa biodiversité des Nématocères (Boukraa, 2009).

Tizi-Ouzou rentre dans le cadre d'une mission officielle du ministère de la santé , de la population et de la réforme hospitalière(IPA), à la wilaya afin de confirmer la présence du moustique tigré vecteur de la Dengue et CHIKV capturé en Décembre 2010 dans cette wilaya (Izri, Bitam et al,2011) , et pour mettre le point sur l'étiologie des méningites lymphocytaires qui sont endémique dans quelques villages de la wilaya.

A. Echantillonnage

Une des questions importantes lors de la mise en place d'un protocole épidémiologique est de déterminer la taille de l'échantillon nécessaire (Sanaa et al, 1994).

Pour notre type d'étude, l'échantillonnage aléatoire simple en faune sauvage représente la méthode de choix pouvant être appliquée (Fromont et Rossi, 2000). Etant donné qu'on se base sur l'identification et la surveillance des différents genres de moustiques circulants qui peuvent véhiculer les arbovirus dans quelques wilayas du centre du pays et a Ghardaïa.

Les difficultés de l'échantillonnage dans nos études sont les suivantes :

- ❖ La localisation des gites larvaires parfois dangereuse voir inaccessible.
- ❖ La nature des gites larvaires très diversifiés.
- ❖ Présence ou absence de larves parfois dans des gites très adéquats pour la pullulation de moustiques.

N.B : Ces points nous en pousser à organiser des sorties de prospection sur les gîtes larvaires pouvant exister à la wilaya d'Alger avec les services d'HURBAL (Annexe 1).

- **Echantillonnage des Larves**

➤ Les communes de la wilaya d'Alger visitées sont décrites dans le tableau IX :

Tableau IX : Les communes visitées avec l'HURBAL et la nature des gîtes larvaires

Commune	Nature des gîtes larvaires
Bar Ezzouar	Caves inondées d'immeubles Petit lac à proximité de l'auto-route
El Hamiz	Oued d'El Hamiz
Staouali	Lac chikirou (derrière hôtel Sheraton) Fosse d'eau usée
Ouled Fayet	Caves inondées d'immeubles
Zeralda	Pneus usés Caves inondées d'immeuble Oued (Zone industrielle).
El Harrach	Gouttière (école) Oued d'El Harrach Avaloirs obstrués (cité) Décharge publique (Semmar)
Réghaia	Oued Retenue d'eau dans les chalets
El Rahmania	Retenues d'eau des pluies
Ain Naadja	Caves inondées d'immeubles
Mahalma	Retenue d'eau des pluies



Fig. 29 : Cave inondée Bab Ezouar



Fig. 30 : Pneu usé (gîte larvaire)

(Photos personnelles)

Les 5 wilayas visitées et la wilaya de Ghardaïa sont décrites dans le tableau X.

Tableau X : Wilayas visitées et la nature des gites larvaires.

Wilaya	Nature des gites larvaires
Alger	
El Harrach	Fontaine de L'ENSV
Baba Ali	Petit lac a la zone industrielle
Réghaia	Station de pompage du Lac
Ain Naadja	Eau usées des bidonvilles
	Eau stagnante des pluies
	Pots de fleurs
Blida	
Soumaa	{ Bâche d'eau
	{ Tonneau
	{ Pneus usés
	{ Fosse d'eau usée
Boufarik	Flac d'eau usée stagnante (marché)
	Bâche d'eau
Larabaa	Pneu usé
Chiffa	Eau stagnante des pluies
	Abreuvoirs
Oued Alleug	Puits
Médéa	
El Hamdania	Retenues d'eau à la proximité Oued Chiffa (rocher)
Tipaza	
Mazafran, Ruines Romaines	Oued, Rochers
Ghardaïa	
Oued Mzab	R.A.S (aucune activité de l'oued)
Zelfana	Rigole d'irrigation à l'oasis.
Gouifla	Remontée de la nappe d'eau à l'intérieur des oasis
Tizi-Ouzou	
Larabaa Nath Irathen	Rigoles d'irrigations et sources
Iferhounéne	Source



Fig. 31 : gîte en forme de creux de rocher



Fig. 32 : rigole d'irrigation (gîte larvaire)

(Photos personnelles Zelfana (Ghardaia)



Figure 33 : remontée de la nappe d'eau à Gouifla (gîte larvaire) (P. personnelle)

Pour avoir un échantillonnage équilibré, diversifié et rigoureux, nous avons collecté des larves sur l'ensemble des différentes formes de gîtes larvaires pouvant exister selon leur accessibilité (Tableau VIII et Tableau X) à partir de :

- **Gîtes anthropiques**

Gîtes endogés (*abreuvoirs, cuves, bassins et puits*)

Gîtes hypogés (*caves*)

Gîtes intérieurs (*pots de fleurs*)

Gîtes extérieurs (*décharges*)

- **Gîtes naturels**

Remontée de la nappe d'eau au Sud,

Retenus d'eau de pluie,

Sources ...etc.

- **Echantillonnage des adultes**

Cette approche a été attribuée à la wilaya de Tizi-Ouzou dans le but d'augmenter les chances de capturer le moustique tigré, et pour la capture des Phlébotomes vecteurs d'arboviroses.

B. Méthode de capture

- **Capture des larves aquatiques (méthode de dipping)**

D'après l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS, 1994), divers ustensiles peuvent être employés dans la capture de larves des insectes aquatiques comme la louche (Fig.34).

Dans le cas présent, une tasse en matière plastique de 1 litre de capacité a été utilisée.

La petitesse de certains gîtes temporels composés de petites retenues d'eau ne dépassant pas 5 cm de profondeur a nécessité le choix de ce volume.

Après la filtration de 3 litres de l'eau prélevée avec la louche, les larves sont ensuite récupérées, disposées dans de petites bouteilles et comptées sur place.

Les gîtes larvaires doivent toujours être approchés avec précaution. L'opérateur doit avoir le soleil en face de soi parce que si les larves sont dérangées par l'ombre ou le mouvement de l'eau, la plupart d'entre elles vont fuir en profondeur dans l'eau et se soustraire à la vue.

Il faudra alors attendre plusieurs minutes avant qu'elles ne reviennent à la surface (Crosset et al. 1976 ; OMS, 1994).

N.B: La méthode de capture des larves aquatiques ou méthode de "dipping" a été retenue en raison de la facilité du protocole de capture et de l'identification. (Annexe 7).



Figure 34: Récolte des larves par la méthode de la louche (O M S, 1994).

- **Capture des adultes (Pièges lumineux)**

Il est bien connu que de nombreux Diptères sont attirés par la lumière artificielle (Matille, 1993). Ce modèle est décrit par (Rieb, 1982) cité par (Mathieu, 2005), La source lumineuse alimentée par un secteur électrique de 220 volts est constituée par une lampe à (6 V). Un moteur qui porte les caractéristiques suivantes, 220 volts, 20 watts, 50 Hertz et 1,44 M3/min entraîne une hélice à 6 pales en matière plastique. (Annexe 7)

La partie inférieure du dispositif est recouverte d'un grillage en tissu à mailles de 1 mm en rapport avec la taille des petits Nématocères.

Les insectes en particulier les Nématocères hématophages attirés par l'émission de la lumière vont être aspirés et récoltés dans le filet à mailles fines.

Le lendemain matin, le filet est détaché. Les insectes piégés sont immédiatement recueillis et mis dans de l'éthanol à 70° avant de les transporter vers les laboratoires concernés pour les identifier.

C. Méthode d'identification

- **Identification des larves (Préparation et montage)**

L'étude taxonomique a été faite au niveau du laboratoire de l'institut Pasteur d'Algérie, service d'écologie des systèmes vectorielles (voir Annexe 2). D'après (Krida et al, 1998) seules les larves du 4^{ème} stade sont récupérées et prises en considération pour des montages entre lame et lamelle. Dans le cadre de la présente étude, nous nous sommes inspirés du protocole proposé par (Matile, 1993) pour la préparation et le montage des échantillons :

Les larves sont portées à ébullition sur platine chauffante dans une solution de KOH à 10 %, elles y demeurent jusqu'à un niveau d'éclaircissement suffisant. Après, elles subissent 2 bains de 3 mn dans l'eau distillée afin de les débarrasser des traces de potasse. Elles sont mises successivement dans l'alcool absolu pendant 3 mn puis dans le toluène pour quelques secondes. Les indications du nom de l'espèce, de la date et du lieu de la récolte doivent être mentionnées sur lame après identification lors de l'examen à l'aide de microscope photonique (Fig 35).

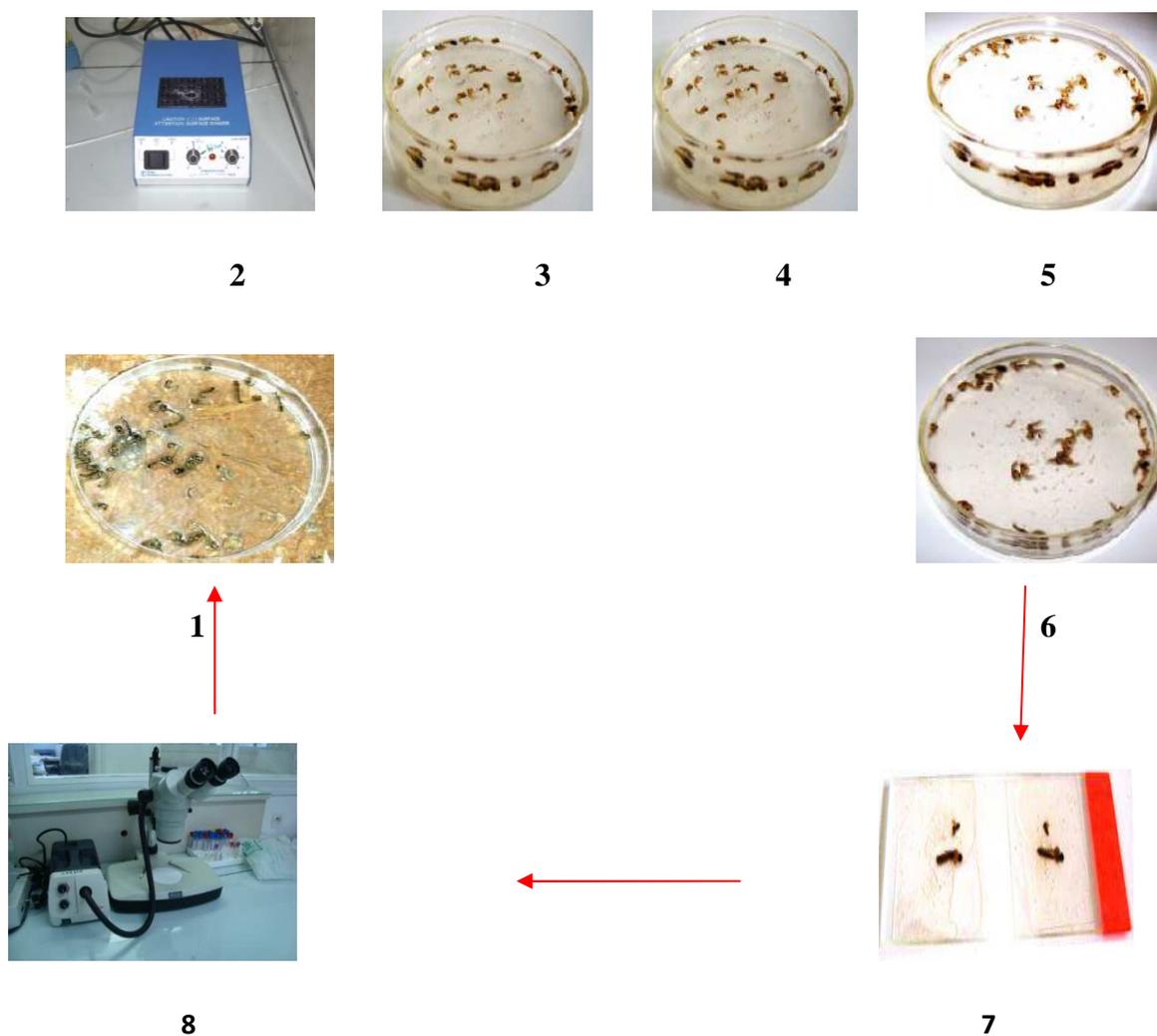


Figure 35 : Technique de préparation des larves de Culicidae (originale).

Légende :

1 : Larves de Culicidae / **2 :** Trempage des larves dans solution de KOH à 10% pendant 4 mn sans atteindre ébullition. / **3, 4 :** Rinçage à l'eau / **5 :** Transvaser les larves dans l'éthanol à 100° pendant 3mn / **6 :** Les mettre dans le toluène pour quelques secondes / **7 :** Montage de la larve sur une lame dans une goutte de liquide de Faure / **8 :** Observation sous microscope photonique

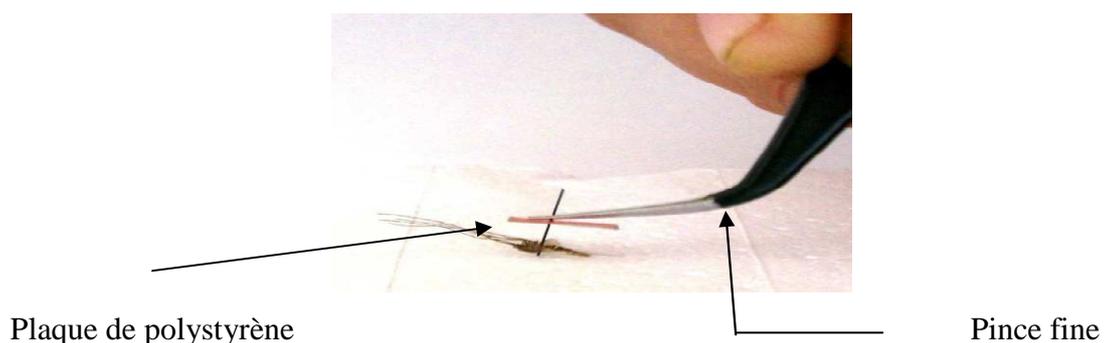
Pour la détermination des Culicidae à partir des larves, nous nous sommes inspirés des travaux de (Brunhes et al, 1998,1999), de (Krida et al, 1998).

Un logiciel d'identification des Culicidae de l'Afrique méditerranéenne réalisé par (Brunhes et al, 1999) est utilisé.

La détermination des larves s'appuie particulièrement sur la morphologie externe

- **Identification des adultes de Nématocères**

D'après (Séguy, 1923) la préparation des adultes de Nématocères destinés à l'étude systématique se fait à sec, compte tenu du fait que leur identification est basée principalement sur les caractères morphologiques externes. C'est pour cela que nous avons utilisé la méthode de la double épingle (Matile, 1993). L'insecte est posé sur le dos et il est maintenu dans cette position en le maintenant avec une pince fine par une patte ou par une aile. Une minutie portée par une paillette en carton est enfoncée lentement entre les pattes médianes jusqu'à ce que la pointe ressorte de deux millimètres par la face dorsale. La paillette est retournée pour la poser sur le bord de la plaque de polystyrène. L'épingle entomologique est piquée et enfoncée sur la paillette jusqu'à la hauteur désirée, la distance entre la tête de l'épingle et le carton étant de 10 à 15 mm. Les pattes sont allongées avec soin et les ailes redressées pour dégager l'extrémité de l'abdomen. Tous ces organes offrent des caractères utiles pour l'identification (Langeron, 1942; Séguy, 1951) (Fig. 36)



**Fig. 36 – Préparation des adultes de Nématocères par la méthode de double épingle
Technique de la minutie (Boukraa, 2009)**

Montage provisoire dans la solution de Marc André pour l'identification rapide des *Phlébotomus*

Après la récupération des *phlébotomus* capturés dans les différents pièges utilisés, ceux-ci sont conservés dans l'alcool éthylique à 70°, conformément au protocole décrit par (Abonnec, 1972) pour le montage des phlébotomes.

Ces derniers sont mis à éclaircir pendant deux heures dans la solution de potasse à 20 %. Ensuite ils subissent trois rinçages à l'eau distillée pendant 45 minutes. Les bains sont changés toutes les 15 minutes. Les *phlébotomus* sont transvasés (les liquides, potasse et eau sont aspirés) et laissés agir dans une solution de Marc André pendant une heure. Sous la loupe binoculaire, la tête est détachée du corps et placée en position dorso-ventrale afin de rendre l'observation des armatures cibariales et pharyngiennes plus aisée. L'armature génitale du mâle est disposée de façon à mettre en évidence les valves péniennes qui présentent des critères utiles pour la détermination (Depaquit, 1995).

Chaque phlébotome est monté à part dans une goutte de la solution de Marc André, entre lame et lamelle. L'identification est rapide car les détails du cibarium, du pharynx et des spermathèques sont nets et clairs dans ce milieu. Après identification, les phlébotomes non disséqués sont remis dans l'alcool à 70 % pour être conservés en vue d'éventuels examens ultérieurs.

G. RESULTATS ET DISCUSSION

1. L'enquête épidémiologique

1.1. Secteur de la santé humaine

A. Direction de la prévention (D.P)

D'après les services de la direction de prévention, Seules les gripes hivernales dues généralement à Influenza virus ont été prises en considération. (D.P, 2011).

Concernant les cas de grippe estivale aucune estimation ou étude n'est disponible ; aucun réseau épidémiologique n'est fonctionnel (D. P, 2011).

Un dispositif d'étude des gripes estivales devrait être mis en place prochainement (D.P, 2011). Néanmoins tout retard supplémentaire dans son activation, serait fortement préjudiciable dans la mesure où la majorité des arboviroses ont une allure grippale, passées inaperçues ces infections à arbovirus peuvent être lourdes de conséquences sanitaires et économiques.

Pour ce qui est des **arboviroses**, juste après la déclaration des deux cas autochtones de Dengue en France (Septembre 2010), une cellule d'alerte, de surveillance et de vulgarisation de la Dengue et du Chickungunya devait être lancée par ce service, afin de sensibiliser le corps médical au danger latent (Source direction de la prévention).

Il n'en reste pas moins que des cas de Dengue ont été diagnostiqué à Oran, en 1928. Le risque d'une réapparition n'est donc pas à écarter, d'autant que son vecteur, *Aedes albopictus* a été découvert récemment à Larabaa-Nath-Iraten, Wilaya de Tizi-Ouzou; (Izri, Bitam et al, 2011). Le même risque n'est pas à écarter pour le Chickungunya, réapparu près de nos frontières Sud.

Le manque d'informations récentes disponibles, l'absence de cellules de surveillance et de sensibilisation active, illustrent bien le retard flagrant accusé par notre pays dans la prévention et la lutte contre ces arboviroses émergentes.

Néanmoins, certains programmes ont été retracés en faveur d'un nouveau risque frontalier (Fièvre de la Vallée du Rift), qui a frappé la Maurétanie en Décembre 2010, enregistrant des mortalités humaines et animales. (Voir annexe 3).

Des mesures ont néanmoins été prises dans le programme de cette cellule d'alerte et de surveillance de la Fièvre de la Vallée du Rift sont les suivantes (voir annexe 3) :

- Formation médicale pour les médecins frontaliers (trafic international) des 4 coins de l'Algérie (toutes les frontières), dont l'intitulé se porte sur les maladies émergentes et le risque d'introduction. (Source direction de la prévention).
- Distribution aux médecins des wilayas du Sud qui sont concernés par la surveillance de l'imprimé officiel du dispositif de surveillance et d'alerte établi par le ministère de la santé (Annexe 3).
- Distribution pour les mêmes médecins concernés d'une fiche de déclaration d'un cas probable de la Fièvre de Vallée du Rift dont nous avons pu avoir une copie (voir Annexe 4). (Source Direction de la prévention).

Les résultats de notre enquête ont également révélé que le service en charge les méningo-encéphalites au sein de la direction de la prévention, ne s'intéresse qu'aux méningites bactériennes, occultant celles d'origine virale.

B. Hôpital d'El Kattar Alger

Aucun diagnostic d'arbovirose n'a été établi dans cette structure, cela n'implique pas pour autant que l'Algérie est indemne, dans la mesure où d'une part ce type d'infection n'est purement et simplement pas recherché (seul le diagnostic des Entérovirus est réalisé et seulement dans des conditions épidémiques) et que des foyers équitans West Nile ont été récemment déclarés au Maroc, en 2010 et des cas humains signalés en Tunisie en 2009.

La mise en place d'infrastructures de diagnostic et de surveillance efficaces dans notre pays, se fait aujourd'hui pressant afin d'assurer une prise en charge efficiente et raisonnée de ces affections.

H. Institut nationale de la santé publique (INSP)

Les principaux pics épidémiques des méningites à liquide Clair dites virales sont décrits dans la figure suivante:

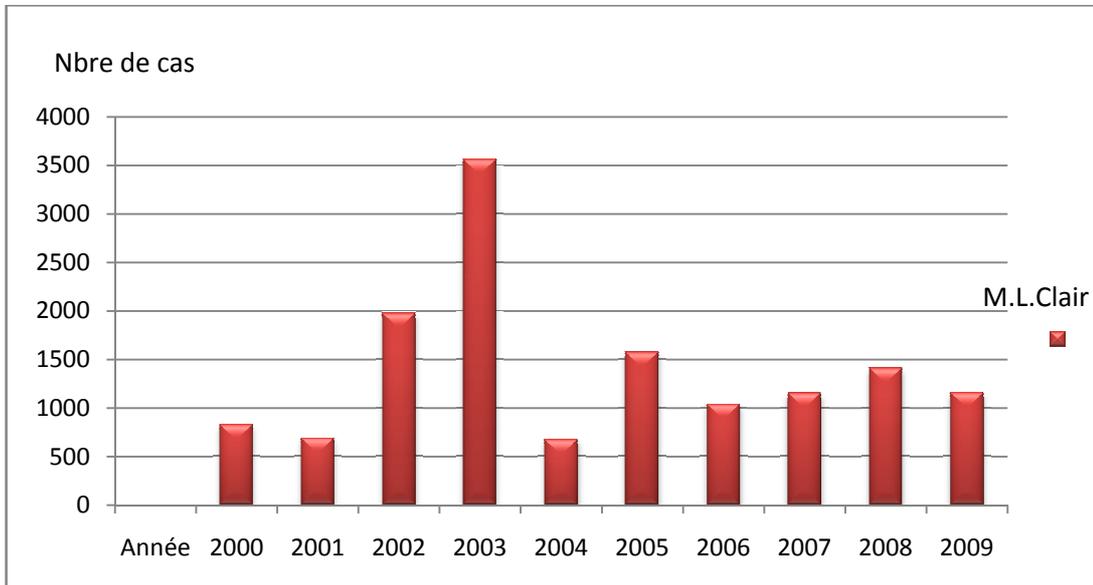


Figure 37: Répartitions des cas de méningites à liquide clair en Algérie (2000-2009) (INSP 2010).

En 2002, la proportion des méningites à liquide clair considérés comme virales, était l'une des plus importantes (39,9 %), avec des pics épidémiques enregistrés pendant l'été à partir du mois de Juin (INSP) (annexe 9). Les 27.6% de méningites indéterminées pourraient augmenter ce pourcentage .

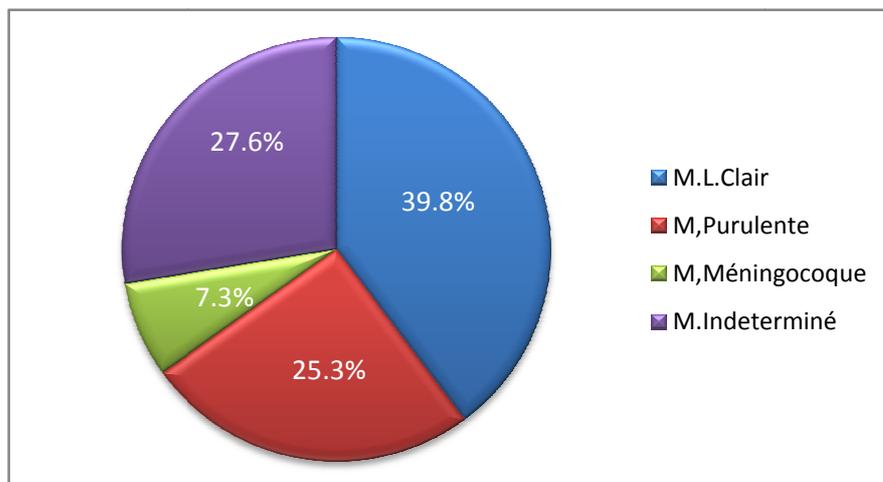


Figure 38 : Les cas de méningites déclarés en 2002 (INSP / REM)

L'année 2003 a enregistré le nombre de cas de méningites à liquide clair le plus important de cette dernière décennie.

La Figure 46 ci-dessous montre que la proportion des méningites à liquide clair, considérées comme virales est la plus élevée (54, 8%), sans compter les méningites indéterminées, qui pourrait venir augmenter ce pourcentage. Il est à relever que les pics ont été enregistrés pendant l'été (Annexe 9/ REM).

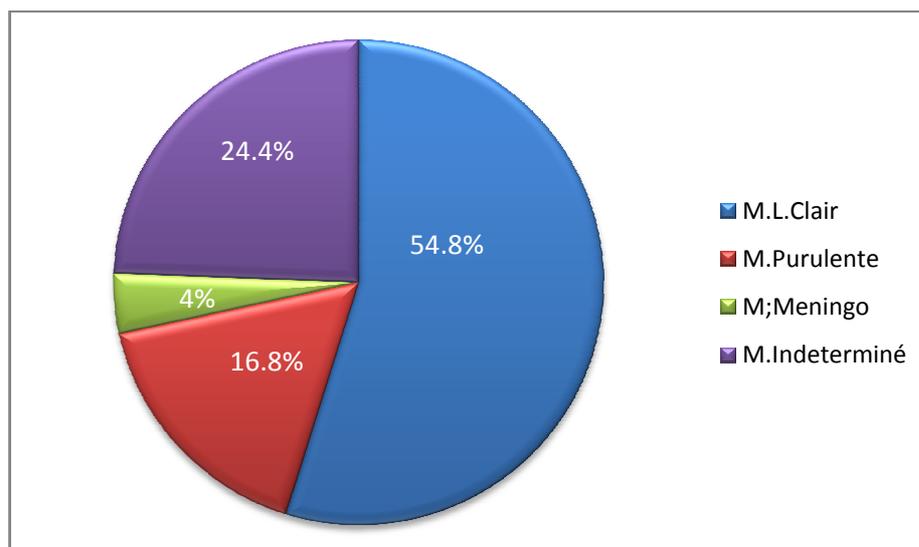


Figure 39 : Les cas de méningites déclarés en 2003 (INSP)

Malgré cette proportion alarmante, aucun diagnostic étiologique de laboratoire n'est réalisé en Algérie, les méningites à LCR à liquide clair sont simplement qualifiées d'affections virales (Source INSP). De plus, pour une grande proportion de méningite aucune information sur l'aspect du LCR n'est disponible, augmentant d'autant le risque d'une sous estimation des chiffres réels.

Les wilayas concernées par ces épidémies de méningites à liquide clair (dites virales en Algérie) sont détaillées dans le tableau XII, ci après.

Tableau XI : Principales wilayas touchées par des pics épidémiques de méningites à liquide clair

Année	Wilayas	Incidence (cas / 100.000 habitants)
2000	Tindouf	189.3
	Mila	29.59
	Jijel	26.58
	Annaba	25.05
	Batna	23.01
2001	Tindouf	64.23
	El Tarf	39.69
	Souk Ahras	38.51
	Bechar	30.98
	Bordj Bou Arreridj	29.53
2002	Ouargla	45.51
	Médéa	37.78
	Tipaza	36.70
	Oran	34.99
	Alger	31.72
2003	Bordj Bou Arreridj	108.81
	Batna	57.40
	Khanchela	54.24
2004	Jijel	32.30
	Alger	25.11
	Souk Ahras	21.64
	Khenchela	20.93
	Annaba	15.11
	Oran	15.04
2006	Tindouf	29,57
	Bordj Bou Arreridj	19,57
	Alger	18,51
2007	Khenchela	42.99
	Bordj Bou Arreridj	40.78
	El Tarf	32.66
	Tindouf	25.94
	Souk Ahras	24.29
2008	Bordj Bou Arreridj	44.13
	Khenchela	28.83
	Tindouf	28.80

L'étude des données émanant du Relevé Epidémiologique Mensuel (R.E.M) (Annexe 9) édité par l'INSP, nous a permis de cibler les wilayas exposées aux infections arbovirales en fonction du nombre de cas de méningites à liquide clair déclarés :

Les wilayas de **Bordj Bou Arreridj** et **Khenchela** de l'Est du pays, se classent ainsi parmi les wilayas les plus exposés aux méningites lymphocytaires, car pratiquement chaque année des pics épidémiques sont notifiés ; Les plus importants pics sont enregistrés en 2003 avec une incidence de (**108.81**cas/100.000 habitant) a Bordj Bou Arreridj et (**52,24cas/100.000 H**) a Khenchela. (Tableau XI).

Des cas de méningites lymphocytaires ont été régulièrement enregistrés dans les wilayas **d'Annaba** (2000/**25,05**-2004/**15,11**) **Souk Ahras** (2001/**38,51**-2004/**21,64**-2007/**24,29**) et **El Taraf** (2001/**39,69**-2007/**32,66**); confirmant leur statut de zones frontalière à risque (en provenance de la Tunisie).

Des surveillances zoo-sanitaires et entomologiques accrues sont donc obligatoire

D'autres wilayas frontalières comme **Illizi et Ouargla** (2002/**45,51**) avec la Lybie, **Bechar** (2001/**30,98**) avec le Maroc et **Tindouf** (2000/**198,3**-2001/**64,23**-2006/**29,57**-2007/**25,94**-2008/**28,80**) avec la Maurétanie ont enregistré aussi des cas de méningites parfois épidémiques.

N.B : Plusieurs cas de méningites à liquide clair ont été régulièrement notifiés à **Tindouf** (2000/**198,3**-2001/**64,23**-2006/**29,57**-2007/**25,94**-2008/**28,80**) , ce qui fait d'elle une **zone à risque élevé** en raison de sa proximité avec la **Maurétanie**, pays endémique de la Fièvre de la Vallée du Rift, où des mortalités humaines et animales ont été rapportés (17 décès, AMI-2010).

A partir de la **Tunisie**, le risque d'introduction du virus West Nile est probable, car la dernière épidémie a été enregistrée en 2003 et même en 2008, où une étude récente sur 134 chevaux a été menée par le centre national de veille zoo sanitaire, entre juillet et octobre 2008, dans 3 gouvernorats du nord du pays (le Kef, **Jendouba**, et Bizerte). Cette étude a révélé une séroprévalence de **23%** dans cette zone d'étude, tous les prélèvements provenant de Bizerte et du Kef se sont révélés négatifs. (Ben Hassine, 2008)

Jendouba est une zone frontalière avec l'Algérie située à 20 Km d'El Kala a montré qu'il y a eu une circulation virale pas très lointaine dans cette zone. (El Ghoul, 2009).

La **Lybie** représente un biotope idéal pour la circulation du virus FVR et une source non négligeable d'infection pour notre pays. Actuellement aucun statut sanitaire des arboviroses n'a été établi pour ce pays à ce jour.

Bechar (2001/30,98) et **Illizi**, constituent en tant que wilayas frontalières des zones à risque de par leur position de carrefour des mouvements de transhumances et des échanges commerciaux clandestins d'animaux.

N.B : Avec le manque des moyens pour le bon déroulement de l'observatoire médicale dans les wilayas frontalières surtout du Sud ; Une circulation d'arboviroses n'est pas a écartée.

Les wilayas côtières comme Tipaza, Oran, Jijel et Alger n'ont pas été épargnées par ce type d'infection; Alger enregistre chaque année le plus grand nombre de cas de méningites tous types confondus. La présence en grand nombre d'oiseaux migrateurs réservoir potentiel du virus West Nile, en transit dans les wilayas d'Alger et Oran (zones humides), laisse penser que le risque infectieux est réel.



Figure 40: Les risques probables d'introduction des arboviroses en Algérie

1.2. Secteur de la santé animale

A. Ministère de l'agriculture et du développement rural (DSV)

La DSV en collaboration avec la Direction de la prévention, a participé au dispositif d'alerte et de surveillance de la Fièvre de la Vallée du Rift. Des enquêtes de séroprévalence chez les petits ruminants ont été menées par les services vétérinaires des wilayas du Sud. Les services concernés ont confirmé l'absence d'infection par les arboviroses.

D'autres enquêtes ont été initiées par la Direction des services vétérinaires (DSV) sur la mise en place du dispositif d'alerte et de surveillance de la FVR. Ces travaux sont en cours d'exécution. Cependant, aucune suspicion d'infection des chevaux au virus West Nile n'a été signalée dans tout le territoire (Source DSV).

B. INMV

Les résultats de la recherche sérologique de la FVR menée par l'INMV en 2007, ont montré l'absence totale de l'infection (Source INMV). Depuis aucune confirmation de la circulation du virus pour la FVR ne fut rapportée à ce jour. Aucune approche n'a été en revanche prévue pour la surveillance de la maladie du West Nile (Source INMV).

En 2009, un projet de recherche a été lancé par l'INMV en collaboration avec l'A.I.E.A pour une durée de 4 ans dans le but de contrôler les maladies suivantes : Peste des petits ruminants, Péripneumonie contagieuse bovine et la Fièvre de la Vallée du Rift.

Il est néanmoins à rappeler qu'en 2003, la Fièvre de la Vallée du Rift a fait sa réapparition en Mauritanie (mortalités humaine et animale). Par conséquent, une circulation virale au niveau des régions frontalières (wilayas du sud) est probable. De plus, le tableau clinique de cette affection virale se caractérise par une grande mortalité avec des états fébriles et des taux d'avortement dépassant les 40%, rendant fort probable sa confusion avec d'autres pathologies abortives, en particulier la brucellose, dans la mesure où les vétérinaires algériens ne sont pas sensibilisés à la suspicion de la FVR.

D. Direction générale des forêts (Zones humides : Réserve nationale de Réghaia)

La liste des différents oiseaux migratoires transitant par la réserve de Réghaia de 1977 jusqu'à 2006 est présentée en annexe 6.



Figure 41: Canard colvert et le canard marbré a Réghaia (Sayoud, 2011)

Les saisons automnale et printanière, lors des voyage aller et retour des oiseaux migrateurs des zones froides vers les zones tempérés constituent les périodes à **risque d'introduction infectieuse** et ce dans la mesure où les principales zones humides algériennes se situent sur les 2 grandes voies de migration *du Fly-Way international de l'atlantique Est et de l'Algérie du Nord*, et jouent un important rôle de relais entre les deux obstacles constitués par la Mer Méditerranée d'une part et le Sahara d'autre part pour la faune migratrice.

Le tableau en annexe 8, reprend les principales zones humides en Algérie ayant vocation à recevoir les oiseaux migrateurs de toute provenance (Source AEWA 2008).

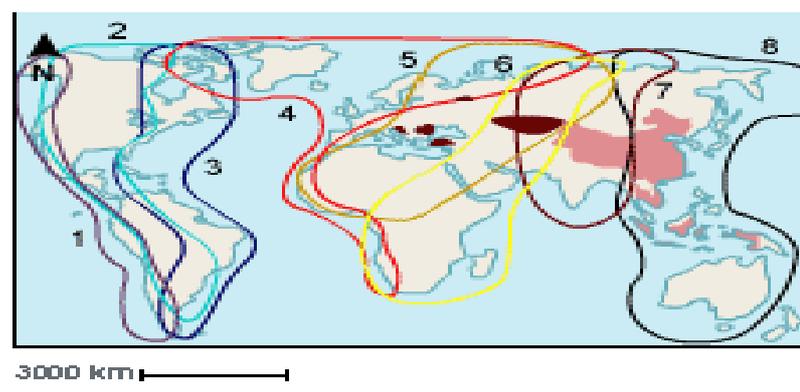


Figure 42 : Différents couloirs de migration (Source Ornithomedia.com)

1) Pacific Flyway, 2) Mississippi Flyway, 3) Atlantic Flyway, 4) Flux Atlantique Est, 5) Mer Noire-Méditerranée, 6) Afrique de l'Est-Asie de l'Ouest, 7) Asie centrale, 8) Asie de l'Est-Australie

2. Etude taxonomique

2.1. Résultats de l'étude de la population de moustiques de la wilaya d'Alger

Les résultats de l'identification des larves dans les différentes wilayas d'Alger, après fixation sur lame et lamelles repris dans le tableau XIII ci après, ont permis de mettre en évidence :

Tableau XII : Inventaire global des espèces de Nématocères retrouvés au niveau de la wilaya d'Alger

Commune	Familles	Sous-familles	Genres	Espèces
Bab Ezzouar	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex hortensis</i> Ficalbi, 1889 <i>Culex theileri</i> Theobald, 1903 <i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
El Hamiz			<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
Staouali			<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex hortensis</i> Ficalbi, 1889 <i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924 <i>Culex theileri</i> Theobald, 1903 <i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
Ouled Fayet			<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
Zeralda			<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924 <i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
El Harrach			<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex hortensis</i> Ficalbi, 1889 <i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924 <i>Culex theileri</i> Theobald, 1903 <i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
Reghaia			<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
El Rahmania			<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838
Ain Naadja			<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758
Mahalma			<i>Culiseta</i> <i>Culex</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838 <i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924

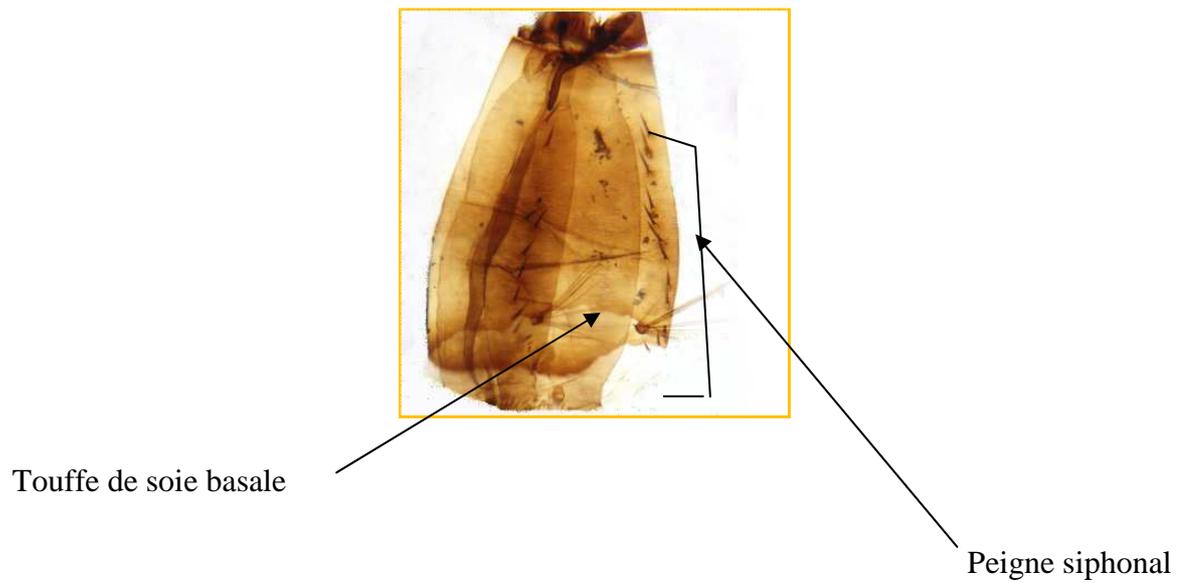


Figure : 43 Photographie du siphon respiratoire de *Culiseta longiareolata*
(Photo personnelle)

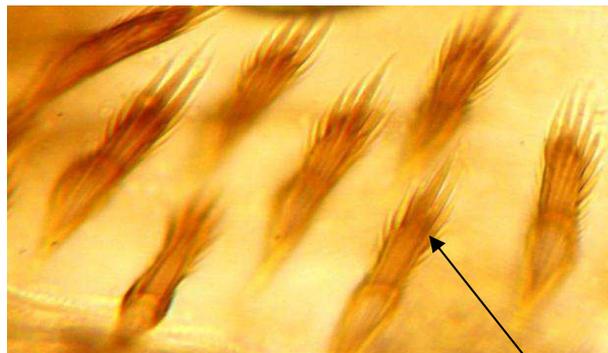


Figure 44 : Photographie de *Culex pipiens* / écailles du 8^{ème} segment abdominal sans épine médiane (P.personelle)

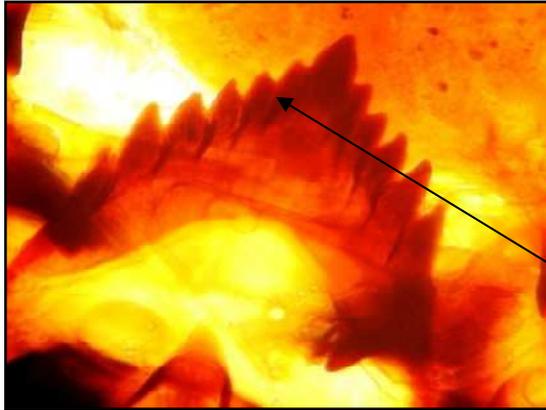


Figure 45 : Photographie de *Culex theileri* / Mentum avec moins de 8 dents de part et d'autre de la médiane (P. personnelle)

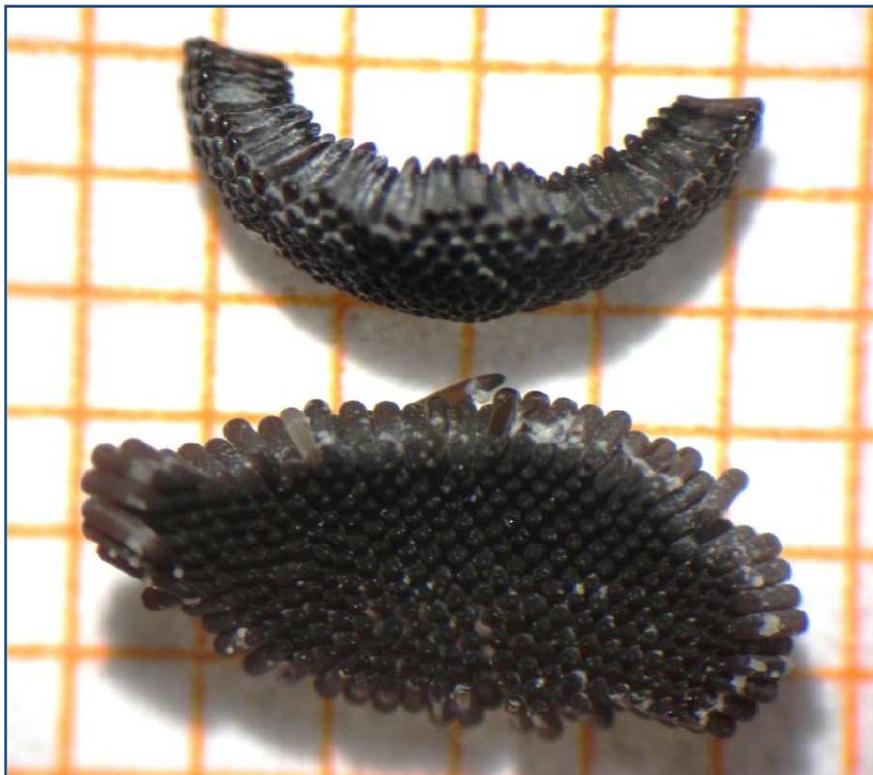


Figure 46 : Photographie d'une nacelle d'oeufs de *Culex* (Photo personnelle)



Figure 47 : Cave d'immeuble inondée à Bab Ezzouar (Photo personnelle)

Une grande diversité du genre *Culiseta* est également à relever mais plus particulièrement dans les milieux semi urbanisés ou naturels comme à El Harrach et El Rahmania. Ces résultats se rapprochent de ceux de (Tamaloust, 2007) qui a recensé 2 espèces de Culicidae dans le Jardin d'essai d'El Hamma et dans les étables de l'ancienne Ferme d'El-Alia. Il a ainsi identifié les familles suivantes : *Trichoceridae*, *Tipulidae*, *Psychodidae*, *Culicidae*, *Cecidomyiidae*, *Simuliidae*, *Chironomidae*, *Mycetophilidae*, *Ceratopogonidae* et les *Blepharoceridae*.

Les résultats obtenus rapportent la dominance du genre *Culex* dans cette zone, caractérisée par ses milieux anthropisés et semi-anthropisés. Ces résultats rejoignent ceux de (Bettioui, 2010) qui ont porté sur la taxonomie de la population de moustique dominante dans les milieux anthropisés et semi anthropisés de l'extrême Ouest algérien, dont les *Culex* dominent les gîtes larvaires de tous types confondus.

La commune de Réghaia à zone humide, dans laquelle nous avons effectué deux visites (méthode descriptive longitudinale), a été attribuée afin d'avoir une idée sur la population de moustique dominante en Automne 2010 et au Printemps 2011 dans cette zone à risque pour l'introduction du virus West Nile (oiseaux migrateurs).

Une étude **descriptive longitudinale** a été programmée aux environs de la zone humide du lac de Réghaia afin de surveiller le vecteur dominant :

– La première étude effectuée en Automne avait pour objectif d'identifier le genre dominant pendant la première migration (Trajet migratoire de l'Europe –Asie vers les zones chaudes).

Les résultats d'identification des échantillons ont montré que le moustique du genre *Culex pipiens ornithophile* était le plus dominant dans les différents gîtes larvaires sachant que c'est le vecteur du virus West Nile.

- La deuxième étude effectuée au printemps début de la saison chaude (fin Mai) lors du retour des oiseaux migrateurs du Sud vers le Nord.

Les résultats d'identification confirment la dominance du moustique *Culex pipiens*.

Ces résultats sont différents à ceux de (Lounaci, 2003), qui inventorie dans la partie orientale de l'Algérois, aux abords du Marais de Réghaia et dans la région de Sébaou 13 espèces de Culicidae à répartir entre deux sous-famille.

Cette dominance du genre *Culex*, a un rapport direct avec ce qui a été signalée par (Hachfi et al, 2010) qui ont montré lors de la 2^{ème} épidémie de West Nile, ayant touché la Tunisie en 2003 dans les gouvernorats côtiers de Sousse, Mounastir et Mahdia ; Considérées comme des couloirs migratoires des oiseaux, que les lues suivies de chaleurs élevées ont favorisées la multiplication de l'activité des moustique du genre *Culex* qui facilité grandement la circulation du virus de West Nile .

2.2. Résultats de la population de moustiques des wilayas visitées

Tableau XIII: Inventaire global des espèces de Nématocères des wilayas visitées.

Wilaya et communes	Familles	Sous-familles	Genres	Espèces	Nbre
<u>Blida</u>					
Soumaa	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	50 Larves
Boufarik	<i>Culicidae</i>	<i>Anophelinae</i>	<i>Anophèles</i>	<i>Anopheles labranchiae</i> Falleroni, 1926	1 Adulte
Larabaa	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	70 L
Chiffa			<i>Culex</i>	<i>Culex hortensis</i> Ficalbi, 1889	20 L
				<i>Culex deserticola</i> Kirkpatrick, 1924	10 L
			<i>Culiseta</i>	<i>Culex theileri</i> Theobald, 1903	10 L
Oued Alleug			<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	30 L
			<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	45 L
<u>Médéa</u>	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	20 L
El Hamdania	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	66 L
Tamazguida			/	/	
<u>Tipaza</u>	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	65 L
Mazafran					
<u>Ghardaïa</u>					
Zelfana	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	80 L
Gouifla	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Aedes</i>	<i>Aedes dorsalis</i> Meigen, 1830	20 L
			<i>Aedes</i>	<i>Aedes vexans</i> Meigen, 1830	5 L
<u>Tizi-Ouzou</u>					
Larabaa.N.Irathen	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	5 L
Iferhounene(1750m)	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Aedes</i>	<i>Aedes caspius</i>	1 L
Tala Athmane	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex Territens</i> Walker, 1856	3 L
	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	15 A
	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Aedes</i>	<i>Aedes vexans</i> Meigen, 1830	6 A
	<i>Culicidae</i>	<i>Anophélineae</i>	<i>Anophèles</i>	<i>Anopheles labranchiae</i> Falleroni, 1926	5 A
	<i>Psychodidae</i>	<i>Phlebotominae</i>	<i>Phlébotomus</i>	<i>Phlebotomus perniciosus</i>	190 A
	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culiseta</i>	<i>Culiseta longiareolata</i> Macquart, 1838	7 A
Illoula Oumalou	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Culex</i>	<i>Culex pipiens</i> Linné, 1758	15 A
	<i>Culicidae</i>	<i>Culicinae</i>	<i>Aedes</i>	<i>Aedes albopictus</i> Skuse, 1894	2 A
	<i>Psychodidae</i>	<i>Phlebotominae</i>	<i>Phlébotomus</i>	<i>Phlebotomus longicuspis</i>	30 A
			<i>Sergentomyia</i>	<i>Sergentomyia . sp</i>	20 A
			<i>Phlebotomus</i>	<i>Phlebotomus perniciosus</i>	210 A
	<i>Cératopongidae</i>	<i>Ceratopogoninae</i>	<i>Culicoides</i>	<i>Culicoides sp</i>	36 A

Travaux entrepris dans la wilaya de Blida

Tout comme Alger, cette région est marquée par la dominance des genres *Culex* et *Culiseta* qui se partagent les gîtes larvaires dans la plupart des cas. Une exception a été notée dans la commune de **Boufarik** plus précisément dans le marché à bestiaux qui s'organise chaque lundi ; dans une flaque d'eau usée stagnante une nymphe a été capturée pour compléter sa métamorphose au stade adulte. L'identification du moustique adulte, nous a montré qu'il s'agissait d'une femelle du genre *Anophèles* (*Anophèles labranchiae*) (Figure 57). La capture a eu lieu le mois de novembre en compagnie des *Culex pipiens* qui colonisent le gîte.

N.B : Le gîte naturel des *Anophèles* est habituellement de l'eau claire et propre (Coutin, 1988), alors que notre capture a été faite dans des eaux usées.

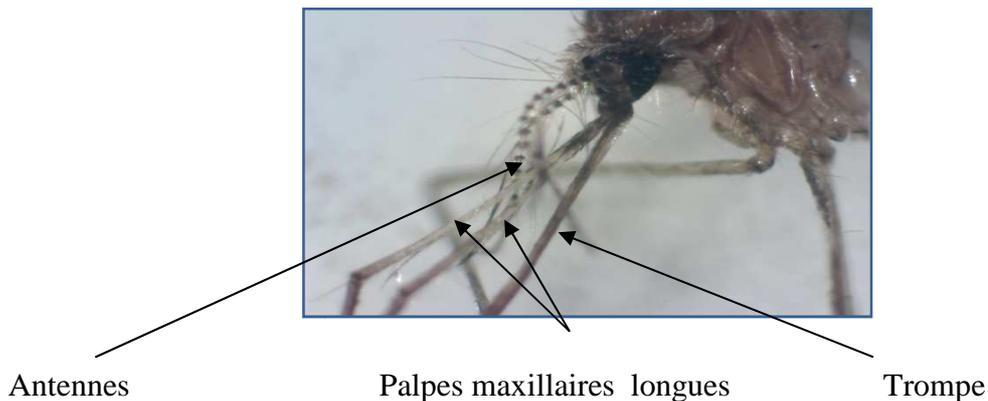


Figure 48 : Tête de l'*Anophèles labranchiae* (Photo personnelle)

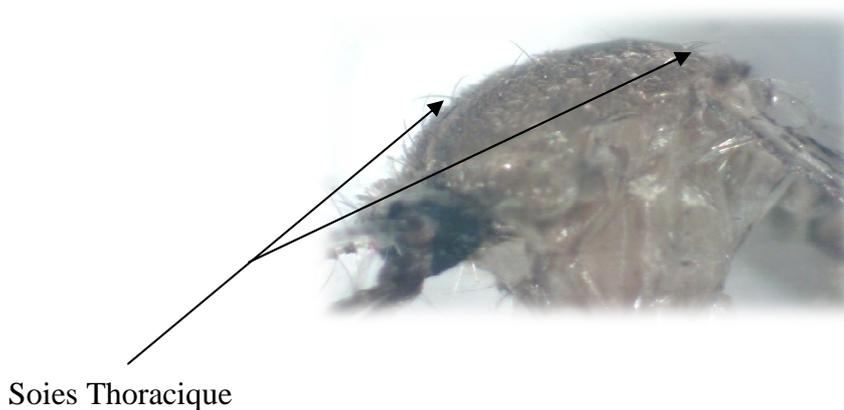


Figure 49: Thorax de l'*Anophèles labranchiae* (Photo personnelle)

Travaux entrepris dans les wilayas de Tipaza et Médéa

Les recherches réalisées dans la wilaya de **Tipaza** qui ont ciblé plus particulièrement l'Oued de Mazafran ont mis évidence la dominance des genres *Culex* et *Culiseta* ; même résultat à Tipaza centre dont la majorité des gîtes sont semi anthropisés.

Dans la région d'El Hamdania de la wilaya de **Médéa**, les résultats obtenus ont montré que les gîtes larvaires sont en général dans les retenues d'eau dans les creux des roches où la population de *Culex pipiens* est la dominante. Ces résultats sont comparables à ceux de (Savage, 1995) qui a travaillé sur les caractéristiques trophique du complexe *Culex* aux Etats Unis ; ce qui confirmerait la grande adaptation de ce genre aux différents biotopes, déjà évoqué par le même auteur.

Ce résultat confirme le grand pouvoir d'adaptation des *Culex* aux différents gîtes larvaires ; Ce qui fait sa dominance.

Travaux entrepris dans la wilaya de Ghardaïa

La région de Ghardaïa par son climat saharien avec un hiver tempéré et un été chaud et sec ; est considérée comme le carrefour du Sud. L'enquête descriptive longitudinale menée au niveau de cette région (au mois d'Octobre dans la station d'oasis à Zelfana, et au mois de Mai dans la région de Gouifla) a montré que :

- Le genre *Culex* représenté par l'espèce *Culex pipiens* (Octobre 2010) constitue le moustique dominant au niveau de la région de Zelfana., le moustique du genre *Aedes*, espèce *Aedes dorsalis* a également été retrouvé (Mai 2011).
- Le genre *Aedes* représenté par l'espèce *Aedes vexans* était le moustique dominant durant le mois de Mai dans la région de Gouifla (Mai 2011).

Ces résultats diffèrent de ceux trouvés par (Boukraa, 2009), qui a inventorié *Aedes caspius* et *Aedes sp.* Il a ainsi recensé 8 familles : *Psychodidae*, *Culicidae*, *Ceratopogonidae*, *Mycetophilidae*, *Sciaridae*, *Cecidomyiidae*, *Chironomidae*, *Nematocera* ; Avec 44 espèces.

L'émergence du genre *Aedes* peut s'expliquer par le phénomène de remontée de la nappe phréatique dans le Sud surtout au niveau des oasis , qui favorise la pullulation des œufs pondus à sec dans des endroits humides qui représente une caractéristique des genres *Aedes* et *Anophèles*.

C'était effectivement le cas dans la région de Gouifla, avec la pullulation des *Aedes* dans un trou humide plein de végétation et d'eau stagnante issue de la remontée de la nappe phréatique dans une palmeraie. Cette situation augmente le risque d'exposition de la population du Sud aux infections, qui peuvent être véhiculées par ces deux genres de moustiques redoutables en raison de leur abondance. Un risque supplémentaire a été matérialisé par les dernières pluies du printemps en mois de Mai qui a favorisé la sub-émergence des œufs des deux genres sus-cités.

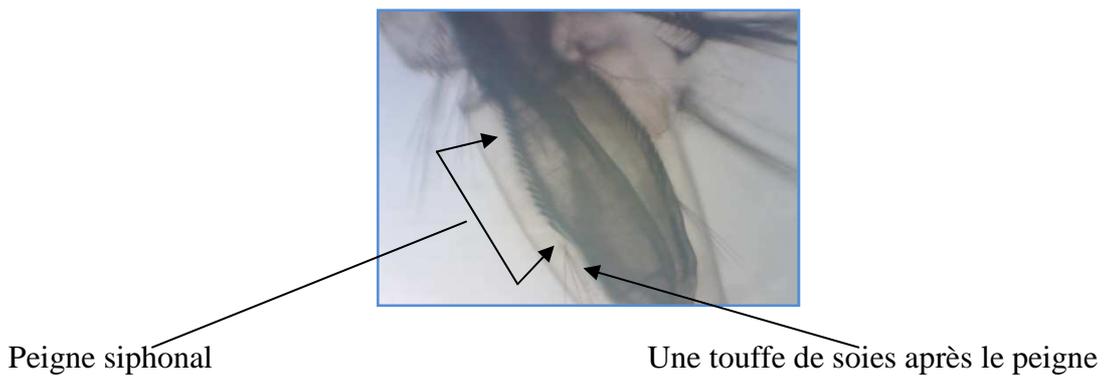


Figure 50 : Siphon respiratoire de l'espèce *Aedes dorsalis*

(Photo personnelle)

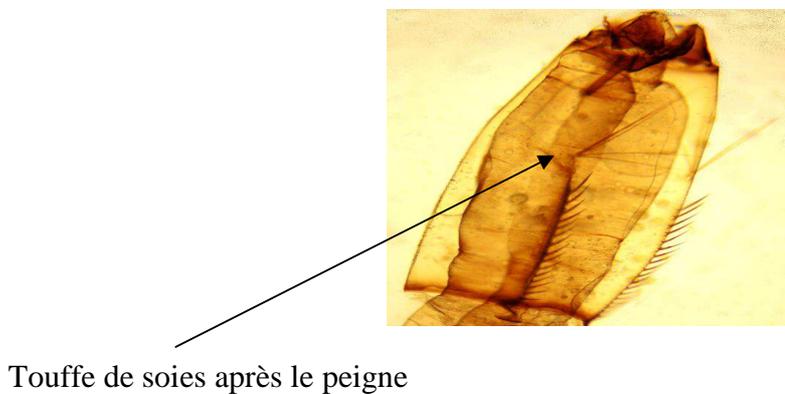


Figure 51 : Siphon respiratoire de l'espèce *Aedes vexans* (P. personnelle)

Travaux entrepris dans la wilaya de Tizi-Ouzou

L'examen de la structure du peuplement des Nématocères inventoriés dans la région de Tizi-Ouzou durant le mois de Juillet 2011 dans 3 communes , a permis de mettre en relief l'existence de 3 familles avec 11 espèces.

– Commune de Tizi-Ouzou

C'est dans une étable dans le village de Tala Athmane qui est situé près d'el Oued Sébaou que notre piège lumineux a été déposé ;

Nous avons pu mettre en évidence *Aedes vexans*, *Culex pipiens* et les *Phlébotomus* vecteurs de leishmanioses et d'arboviroses



Fig 52 : *Anophèles labranchiae*



Fig 53 : *Aedes vexans*

Les résultats se rapprochent de ceux de (Lounaci, 2003) qui a pu mettre en évidence *Anophèles labranchiae* à l'extrémité d'el Oued Sébaou.

– Commune de Larabaa Nath Irathen

Pratiquement dans le même site ou le moustique tigré (*Aedes albopictus*) a été capturé par (Izri, Bitam ,2010) que nous avons déposé nos pièges lumineux à l'intérieur d'une étable de vaches laitières, nous avons capturés des *Culex* qui dominaient le site.

On a capturé : *Phlebotomus (perniciosus, longicuspis)*, et *Sergentomyia sp* .

Ce résultat est comparable à celui de (Izri et al, 2008) lors de la mise en évidence des phlébovirus (Sandfly Fever Sicilian Virus) en Algérie dont il a recensé 7 espèces de phlébotomes (*P. perniciosus*, *P.longicuspis*, *P. sergenti*, *P. ariasi* , *P. perfiliewi* , *P. papatasi* et and *Sergentomyia.minuta*) a Larabaa Nath Irathen.



Ailes en V

Fig 54 : *Phlébotomus* ♀



Valves pénienne en fourche

Fig 55 : génitalia mâle de *Phlebotomus perniciosus*

– **Commune d’Iférhounene**

C’est sur une altitude de 1750m, que nous avons pu capturer des larves de Culicidae ; *Aedes caspius* qui d’après la littérature occupe les marais salés et le long des zones côtières toujours a basse altitude (Brunhes et al, 1999).

La capture du moustique *Culex Territens*, peut être proche aux résultats de (Gilot, 1969), qui a pu capturer des larves de genre *Culex* (*Culex hortensis*) à 2 200 m d’altitude aux Alpes Françaises.

Ces captures sont considérées comme les premiers résultats en Algérie sur une altitude pareille.



Antennes poilus

Figure 56: *Aedes caspius* ♂

– *Commune d'Illoula Oumalou*

Le village d'Agoussim a été attribué dans le cadre de la recherche des vecteurs d'arboviroses, suite à une épidémie de méningites lymphocytaires qui a touché les jeunes enfants en été 2009 (Source D.S.P Tizi-Ouzou).

Les pièges lumineux ont permis d'apporter les résultats suivants :

- *Culiseta longioreolata*, *Culex pipens*, *Culicoides sp*.
- *Phlebotomus perniciosus*, *Sergentomyia minuta* et *Phlebotomus longicuspis*.
- *Aedes albopictus* (moustique tigré), dont deux femelles ont été capturées dans un seul piège lumineux à l'intérieur d'une étable de petits ruminants; L'étable se trouve à l'intérieur d'une habitation.

Ce résultat confirme la présence du vecteur redoutable de la Dengue et CHIKV en **Algérie et au pays du Maghreb**, après sa découverte en Décembre 2010 (Izri, Bitam et al, 2011) à Larabaa Nath Irathen dans la même wilaya.

C'est la première découverte et confirmation de ce moustique à l'échelle Maghrébin



Palpes maxillaires courtes

Tache blanche caractéristique de l'espèce

Figure 57 : *Aedes albopictus* ♀

3. surveillance des vecteurs d'arboviroses

La wilaya d'Alger

Nous avons lors de nos travaux confirmés la grande dominance du genre *Culex* ou l'espèce *Culex pipiens*, qui représente le moustique le plus fréquent dans le monde. Ce moustique est reconnu par son ubiquité, capable de s'adapter à différents biotopes (Savage et al, 1995).

Culex pipiens est le vecteur potentiel du virus West Nile en Tunisie (Bouattour et al, 1998), en Israël (Bernkopf et al, 1953), en Roumanie (Savage et al, 1999) et aux USA (Bernard et al, 2001) dont la maladie est endémique.

Il est de même important de souligner que sa grande dominance pendant toute l'année, pourrait augmenter le risque de la circulation et la dissémination du virus West Nile, surtout dans les wilayas côtières et les zones humides qui peuvent héberger les oiseaux migrateurs réservoirs du virus.

Le genre *Culex* peut assurer une transmission verticale du virus West Nile en cas d'infection et les œufs ou larves après eclosion peuvent porter le virus (Rosen, 1978), de même cette transmission verticale est confirmée à la nature après isolement du virus FVR chez des mères de *Culex univittatus* au Kenya (Miller et al, 2000) et la mise en évidence du VWN chez des larves de *Culex quinquefasciatus* en Californie (Reisen et al, 2006)

A noter également, que la nuisance des moustiques dans les milieux fortement anthropisés (cités et quartiers populaires), les caves d'immeubles inondées constituent un grand problème pour la santé publique. Elles représentent des gîtes larvaires idéaux pour la survie des moustiques surtout de l'espèce *Culex pipiens*, vu que le lieu de ponte est omniprésent et la nourriture pour les femelles est abondante.

En plus de sa compétence vectorielle à véhiculer le virus de la West Nile, un autre rôle lui a été attribué dans la transmission du virus de la FVR (Logan et al, 1991).

Cette dominance du genre *Culex*, a été déjà signalée par (Hachfi et al, 2010) qui ont montré lors de la 2^{ème} épidémie de West Nile, ayant touché la Tunisie en 2003 dans les gouvernorats côtiers de Sousse, Mounastir et Mahdia ; considérées comme des couloirs migratoires des oiseaux, que la dominance du genre *Culex* a facilité grandement la circulation

du virus de West Nile ;Puisque le cycle de transmission de ce virus implique les moustiques du genre *Culex* comme vecteur (Hayes ,1989) .

Une fois la circulation du virus West Nile est effectuée, la dissémination horizontale sera terrible avec de lourdes conséquences sur la santé public.

Avec l'urbanisme anarchique et l'état d'hygiène défectueuse ; Un plan de lutte et de surveillance des vecteurs dans le grand Alger est donc plus que nécessaire.

Wilaya de Blida

Avec ce qui a apporté par (Abid, 2006) (sur la présence des *Anophèles* dès 1830 avec une épidémie de paludisme de lourde conséquences), on a pu confirmer la présence du vecteur du paludisme dans le même endroit (marché de Boufarik) en 2010, ce qui veut dire que cette zone est un endroit de prédilection de l'infection dont une surveillance des vecteurs devrait être lancée.

La grande dispersion des gîtes larvaires a *Culex pipiens* peut maintenir le cycle du virus West Nile en cas de circulation à partir des zones humides sachant que cette wilaya est limitrophe à la capitale d'où le risque se présente.

Wilaya de Médéa



Une hypothèse qui reste à confirmer dans nos prochaines études concernant la présence du moustique tigré (*Aedes albopictus*) dans cette zone forestière, qui représente son idéal biotope surtout avec la présence d'une forte population de singes pour confirmer le cycle selvatique du virus de la Dengue!!! Puisqu'une étude de l'implication des singes en tant qu'hôte réservoir dans le cycle selvatique de la Dengue a été menée par sucée au Nigeria, dont 40% de la population semiennne capturée était porteuse d'IgG anti dengue-2 (Fagbami et al, 1977).

Cette hypothèse se conforte après la récente découverte du moustique tigré (*Aedes albopictus*) dans la wilaya de Tizou Ouzou en Décembre 2010. (Izri, Bitam et al, 2011) et avec **notre confirmation** de la présence de ce moustique redoutable toujours à Tizi-Ouzou (Juillet 2011).

De même la grande dominance des *Culex pipiens* peut maintenir le cycle viral du VWN en cas de circulation sachant que des IgG anti West Nile ont été trouvés chez des singes capturés au Sénégal (Belchior, 2004).

Wilaya de Ghardaïa

En plus du moustique *Culex pipiens*, vecteur du Virus West Nile et sans négliger sa compétence vectorielle à transmettre le virus de la FVR (Beaty et al 1996), le moustique qu'on a pu identifier au niveau de palmeraie de Gouifla appartenant à l'espèce *Aedes vexans*, est reconnu comme le vecteur principal de la FVR au Sénégal (O'malley, 2005 et Bouyer 2003) et le moustique du même genre mais de l'espèce *Aedes dorsalis* qui peut véhiculer le virus West Nile en cas de circulation et qui a été trouvé infecté naturellement par ce virus .

Source (<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/mosquitoSpecies.htm>).

De même, pendant l'Automne, d'importants taux de pluies ont été enregistrés (Tableau XV) surtout le mois de Septembre enregistrant (26.94 mm) et le mois d'Octobre ; avec la chaleur des zones tempérés, cela favorise la création de nouveau gites larvaires et donc l'éclosion des œufs surtout d'*Aedes* et d'*Anophèles* pondus à sec qui attendent la submergence pour éclore.

Tableau XV : Pluviométrie de la wilaya de Ghardaïa 2010

Mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Total
P (en mm)	1.15	6.7	1.52	0	0.50	1.55	0	0	26.94	43.25	27.3	9.73	118.64

P : Précipitations mensuelles exprimées en millimètres

(O. N. M., 2010)

Ghardaïa dans le Sud du pays contient une zone humide représentée par le Lac salé Sebket El Meleh (Lac d'El Goléa) sous la superficie de **18 947 ha**, qui reste une superficie énorme, dont les oiseaux migrateurs réservoirs du virus West Nile peuvent trouver la quiétude et la nourriture. (Voir Annexe 8).

De même un taux de pluviométrie important enregistré en 2010 (TableauXV) sachant le rôle des pluies dans les zones tempérées à favoriser la création de nouveaux gîtes larvaires et donc l'éclosion des œufs surtout d'*Aedes* et d'*Anophèles* pondus a sec .

Une circulation du virus West Nile n'est pas à écarter dans le Sud surtout avec l'abondance de *Culex pipiens et Aedes dorsalis* à Ghardaïa dont on a pu confirmer , sachant que la circulation du virus a été prouvée en 1974 à Timimoun (couloir migratoire Est) , et en 1994 à Tinerkouk (couloir migratoire Ouest) (Annexe 8) . (Le Guenno, Bougermouh et al, 1996). Pour cela une circulation du virus n'est pas loin d'y être.

Ghardaïa reste par sa biodiversité des nématocères (Boukraa, 2009), un site actif de la population de moustique en vue de son biotope et du climat qui règne, dont un plan de surveillance et de lutte des vecteurs est plus que nécessaire surtout avec ces changements climatiques et l'émergence des arboviroses.

Wilaya de Tizi-Ouzou

Les travaux d'entomologie et de recherche d'arboviroses entrepris à Tizi-Ouzou : (Lounaci,2003) lors d'une étude entomologique à la proximité d'El Oued Sébaou , (Izri et al, 2008) lors de la mise en évidence de Sandfly Fiver Sicilian Virus pour la première fois en Algérie à partir des *phlébotomus* vecteurs de phlebovirus, la découverte du moustique tigré à Larabaa Nath Irathen (Izri,Bitam et al,2011) et notre confirmation de sa présence en Algérie en juillet 2011 ; Ainsi que les méningites lymphocytaires qui prennent de plus en plus une allure épidémique ;Metteront cette wilaya à grand risque d'exposition aux affections arbovirales , d'où des plans de lutte et de surveillances des vecteurs occupent une priorité sanitaire.

La présence du vecteur de la Dengue (*Aedes albopictus*) à **Tizi-Ouzou** sachant ces origines asiatiques, peut être expliqué par les mouvements massifs des émigrés chaque été, surtout ceux qui rentrent de Nice (abondance du vecteur) dont deux cas de Dengue ont été déclarés en Septembre 2010 ; De même les échanges commerciaux de plus en plus facile à nos jours à travers le monde surtout en provenance des pays asiatiques, cela peut expliquer l'invasion de ce moustique redoutable.

Les œufs d'*Aedes albopictus* sont très résistants à la dessiccation et peuvent contenir le virus de la Dengue car les femelles assurent une transmission transovarienne (Rodhain et al, 1985) ce qui vient accroître la menace potentielle; Pour cela le virus de la Dengue peut circuler en Algérie puisque le vecteur a été capturé à deux reprises et dans la même wilaya.

D'ailleurs, c'est l'une des dix espèces les plus invasives au monde, étant actuellement présente dans 80 pays sur les cinq continents. (Knudsen, 1995).

De même, des études entomologiques sont nécessaires aux environs d'Oued Sébaou, là où les *Anophèles* (vecteur du paludisme) et les *Aedes vexans*, vecteur de la FVR (Fontenille et al, 1998) ont été capturés, afin de contrôler et pour pouvoir tracer des plans de lutte contre ces vecteurs.

La grande dispersion des *Culex pipiens* peut maintenir le cycle viral du virus West Nile en cas de circulation, de même *Culex territans* capturé à Iferrhouné peut véhiculer le virus. Source (<http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/mosquitoSpecies.htm>).

Mis à part de la Dengue et de la FVR, *Aedes albopictus* et *Aedes vexans* peuvent être des vecteurs ponts du virus West Nile (Turell et al, 2005 et Andreadis et al, 2004) qui peuvent maintenir le cycle viral en plus des *Culex pipiens* lors d'une circulation du virus.

D'après les services de la direction de la santé et de la population de la wilaya, un cas de paludisme a été enregistré cette année chez un Mauritanien qui réside à la wilaya de Tizi-Ouzou pour un long séjour et 4 cas de paludisme toujours importés l'an dernier.

Avec la présence du vecteur du paludisme, les cas de paludisme autochtones peuvent être enregistrés.

D. CONCLUSION GENERALE

Au terme de la présente étude, nous avons remarqué que l'absence de déclarations vis-à-vis du diagnostic des arboviroses en Algérie ouvre la parenthèse devant la deuxième épidémie de méningo-encéphalites humaines à West Nile en Tunisie 2009, la circulation du virus West Nile dans tout le pourtour méditerranéen y compris le Maroc en 2010, et la déclaration alarmante des autorités mauritaniennes de la circulation du virus FVR avec des mortalités humaines et animales enregistrées en 2010.

Donc le risque de la circulation de ces dangers n'est pas à écarter.

En revanche, l'étude taxonomique des wilayas visitées nous a permis de confirmer quelques hypothèses relatives à l'abondance du vecteur et le risque d'introduction de ces viroses émergentes.

Le risque de la circulation du virus West Nile réside dans les wilayas à zones humides concernées par le trajet et la saison migratoire des oiseaux réservoirs du virus, au centre de la zone humide de Reghaia, à l'Est le principal trajet d'El Kala, à l'Ouest les Sebkhha d'Oran et de Tlemcen et même au Sud lors du retour de ces oiseaux de l'Afrique pendant le printemps.

Un autre risque pour les wilayas du centre réside dans la dissémination horizontale du virus en cas de circulation, en confirmant la grande dominance du moustique genre *Culex* dans ces régions.

Une surveillance du virus de la FVR serait plus que jamais sérieuse, surtout avec l'abondance du vecteur du genre *Aedes* qu'on a pu confirmer à Ghardaïa, qui peut assurer la dissémination verticale du virus en cas de circulation.

La Dengue frappe la porte de l'Europe par des cas autochtones pour la première fois, ce qui nous permet d'affirmer que le vecteur est en abondance surtout dans le pourtour méditerranéen, de même sa découverte (*Aedes albopictus*) en Algérie en Décembre 2010 et notre confirmation en Juillet 2011 à Tizi-Ouzou nous pousse à tirer la sonnette d'alarme.

E. RECOMMANDATIONS

Cette initiation à la recherche dans ce domaine très vaste des arboviroses sera poursuivie à l'avenir afin de pouvoir tracer des plans de surveillance concernant la présence des vecteurs et les zones à risque d'introduction des virus.

Nous préconisons les mesures suivantes :

- La relance du domaine de la virologie qui reste en stagnation devant ces derniers événements dans la zone qui nous entoure.
- La prise en considération des gripes estivales humaines, on lançant un réseau d'épidémio-surveillance dans les meilleurs délais.
- Le diagnostic précis de l'étiologie des méningites à LCR clairs qui restent sous estimés devant leurs nombre importants chaque année.
- L'adoption d'un réseau de surveillance surtout dans les wilayas à risques d'épidémies de méningites a liquide clair (virales) ; Alger, Bordj, Bou Arreridj, Tindouf et Tizi-Ouzou .
- Relancer avec rigueur le réseau de surveillance de la dengue et de la Chickungunya, gelées à ce moment, avec des buts bien tracés parce que les vecteurs sévissent (*Aedes albopictus*).
- Une collaboration entre les services médicaux humains et animales pour le bon déroulement du réseau de surveillance de la FVR.
- Des séances d'information et de vulgarisation entre médecins et vétérinaires de tous les secteurs seraient souhaitables afin de mettre le point sur ce danger silencieux.
- Mettre en évidence le problème de la remontée de la nappe phréatique surtout a Ghardaïa, qui favorise l'abondance des *Aedes* et *Anophèles*.
- Etablir des réseaux de surveillances zoo sanitaire et épidémiologiques pluridisciplinaires :
 - Au niveau de la population humaine : par des enquêtes sérologiques systématiques dans les wilayas a risque.
 - Au niveau des animaux sensibles: par la pratique systématique d'enquêtes sérologiques.
 - Au niveau des vecteurs : par les essais d'isolement à partir de lots d'arthropodes régulièrement récoltés, et par des prospections entomologiques permettant d'évaluer le volume des populations en contact avec l'homme.
 - La poursuite d'une surveillance minimale des hôtes-réservoirs potentiels et des hôtes accidentels s'avère nécessaire dans les zones d'émergence potentielles pour le VWN.
- Bien que d'après nos autorités que le paludisme est contrôlé, une surveillance des vecteurs ne sera négligé à n'importe quel moment étant donné la présence du vecteur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abonnec E., 1972 - *Les Phlébotomes de la région Ethiopienne (Diptera, Psychodidae)*. Ed. Organisme rech. sci. techn. Outremer (O. R. S. T. O. M.), Paris, 285 p.
- Abgueguen Eric Pichard ,Revue Francaise des Laboratoires, mars-avril 2000, N° 321
- Abid L ; Lutte contre le paludisme ; El Waten (14 novembre 2006)
- Acav and Anonyme, 1969 - Arbovirus names. The American Committee on arthropod-borne viruses. American Journal of Tropical Medicine & Hygiene, 18, (5): pp. 731-734.
- Acha P. N., Szyfres B. - Zoonoses et maladies transmissibles communes à l'homme et aux animaux. 2e édition, Office international des épizooties ed. Paris, 1989.
- Agence française de sécurité sanitaire des aliments - Rapport sur la surveillance de l'infection à virus West Nile en France. Juin 2004, AFSSA, Paris, France, 48 p.
- Agence Mauritanienne officielle d'information. (02 décembre 2010 13h49)
- Albartch. P. Pathogenesis of neurotropic *Arbovirus* infections. *Curr Top Microbiol Immunol* 1968 ; 43 : 44-91.
- Andreadis T.G., Anderson J.F., Vossbrinck C.R. et Main A.J. (2004) Epidemiology of West Nile virus in Connecticut: a five-year analysis of mosquito data 1999-2003. *Vector Borne Zoonotic Dis* 4 (4) : 360-78.
- Babu C. J, Paniciee et Das - Breeding of *Aedes aegypti* in closed septic tanks, *Indian J. med. Res.*, 1983, 77, 637.
- Balenghien.2006 ; l'identification des vecteurs du virus *West Nile* à la modélisation du risque d'infection dans le sud de la France.
- Bartelloni and Tesh, 1976 - Clinical and serologic responses of volunteers infected with phlebotomus fever virus (Sicilian type). American Journal of Tropical Medicine & Hygiene, 25, (3): pp. 456-462.
- Beaty, Marquardt WC. The biology of disease vectors. Niwot (Co): University Press of Colorado; 1996)
- Belchior. E ; 2004.ENVA ; implication des singes en tant qu'hôte réservoir dans le cycle selvatique de la dengue dans la région de Kedougou(Sénégal oriental)
- Ben Hassine T., (2008). West Nile : situation, risque et perspectives pour la Tunisie, journée scientifique sur les changements climatiques et l'impact sur la santé animale. Communication, ENMV Sidi Thabet. En cours de publication, El Baytary xxx.

- Berchi S., 2000 - *Bioécologie de Culex pipiens L. (Diptera , Culicidae) dans la région de Constantine et perspective de lutte*. Thèse Doctorat Univ. Mentouri, Constantine, 133 p.
- Bernard, K.A., J.G. Maffei, S.A. Sones, E.B. Kauffman, G.D. Ebel, A.P. DupuisII, K.A. Ngo, D.C. Nicholas, D.M. Young, P-Y. Shi, V.L. Kulasekera, M. Eidson, D.J. White, W.B. Stone, NY State West Nile Virus Surveillance Team and L.D. Kramer (2001) West Nile virus infection in birds and mosquitoes, New York State, 2000. *Emerging Infectious Diseases*, 7: 679-685.
- Bernkopf H., Levine S. et Nerson R. (1953) Isolation of West Nile virus in Israel. *J Infect Dis* 93 (3) : 207-18.
- Bettioui R ;Taxonomie et ecologie des vecteurs ; Université AbouBakr Belkaid Tlemcen ;2010
- Bidlingmayer W. L et Hem D- Mosquito (Diptera: Culicidae) flight behaviour near conspicuous objects. *Bull. ent. Res.*, 1979, 69, 691-700
- Bouattour A., Rhaiem A., Ghrammam M., Younsi H. (1998). Rapport d'enquête entomologique suite à l'apparition des cas de West Nile. Institut Pasteur de Tunis. Laboratoire d'entomologie médicale. 5 p.
- Boorma NJ - Aseptic rearing of *Aedes aegypti* Linn. *Nature*, 1967, 213, 179,198
- Boukraa .S .Biodiversité des Nématocères (Diptera) d'intérêt agricole et médico-vétérinaire dans la région de Ghardaïa.2009
- Bouyer. J ; 2003. ENVT ; Epidémiologie et modélisation : Exemple de la fièvre de la vallée du Rift au Sénégal
- Burke DS, Monath TP. Flavivirus; in Fields Virology. 4e édition.Philadelphia: Lippincott-Raven; 2001. p. 1043–125.
- Bouree P., La fièvre jaune, *Lettre Infect.* 7 (1992) 613-617.
- Bouree P., La méningo-encéphalite à tiques, *Contours Med.* 121 (1999) 2154-2157.
- Bulletin Hebdomadaire International N°257 18 août 2010 – 24 août 2010 .Maroc).
- Braverman, Y. (1994). "Nematocera (Ceratopogonidae, Psychodidae, Simuliidae and Culicidae) and control methods." *Rev Sci Tech* 13(4): 1175-99.
- Brunhes J, 1999 - Culicidae du Maghreb. Description d'*Aedes (Ochlerotatus) biskraensis n. sp.* d'Algérie (Diptera, Nematocera). *Bull. Soc. Ent. France*, 104 (1) : 25 - 30.
- Brunhes J, Rhaim A., Geoffroy B., Angel G. et Hervy J.P, 1999 - Les Culicidae d'Afrique méditerranéenne. Logiciel de l'institut de recherche et de développement de Montpellier
- Callis J. - Bluetongue in the United States. In «Barber T. L., Jochim.M. - Bluetongue and related orbiviruses. Progress in clinical and biological research».Alan R. Liss ed. New York, 1985, n° 178, pp 37-42

- Callot J., et Helluy J., 1958 *Parasitologie médicale*. Ed. Médicales Flammarion, Paris, 645 p.
- Casals J. The arthropod-borne group of animal viruses. *Trans NY Acad Sci* 1957; 19:21 9–35.
- Causey O. R, Kumm et Laemmertj - Dispersion of forest mosquitoes in Brazil: further studies. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1950, 30, 301-312.
- Centers for Diseases Control and Prevention West Nile Virus. Révisé août 2004, consulté août 2004, CDC, Atlanta, Etats - Unis. <http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile>
- Centers for Diseases Control and Prevention. Addressing emerging infectious diseases threats: a prevention strategy for the United States, Atlanta Georgia: US Dept of Health and Human Services. Public Health Service; 1994.
- Charrel RN, Gallian P, Navarro-Mari JM, Nicoletti L, Papa A, Sanchez- Seco MP, et al. Emergence of *Toscana virus* in Europe. *Emerg Inf Dis* 2005;11:1657–63.
- Chippaux A, Poveda JD. La dengue d'importation en France (1989-1993). Conditions à réaliser pour assurer un diagnostic étiologique fiable. *Bull Soc Pathol Exot* 1993;86: 402-405.
- Christmann D, Staub-Schmidt X, Gut J.P, Collard M., Wiederkehr J.L, Kieffer P, Storck D, Situation actuelle en France de l'encephalite à tiques, *Med. Mat Infect.* 25 (1995) 660-664.
- Christophers- *Aedes aegypti* (L.). *The yellow fever mosquito. Its life history, bionomics and structure*. Ed. Cambridge University Press, London- New York, 1960, I-XII + 739 p.
- Clarcke DH, Casals J. Techniques for hemagglutination and hemagglutination inhibition with arthropod-borne viruses. *Am J Trop Med Hyg* 1958; 7:56 1–73.
- Coindrey L. D et Brown - Exclusion of super infecting homologous virus by Sindbis virus-infected *Aedes albopictus* (mosquito) cells. *J. Virol.*, 1986, 58, 81-86.
- Coosemans M., Van Gompel A, Les principaux arthropodes vecteurs de maladies. Quels risques pour le voyageur d'être piqué ? D'autre contaminé?, *Bull. Soc. Pathol. Ex.* 91 (5-5bis) (1998) 467-473
- Couderc T, Khandoudi N, Grandadam M, et al. Immunoprophylaxis and therapy for Chikungunya virus infection. *J Infect Dis* 2009 ; 200 : 516-23.
- Coutin . R : insectes N74(1988) N 4.
- Croset H, Papeirok B, Rioux J-A, Gabinaud A., Cooserans J. and Arnaud D., 1976 Absolute estimate of larval population of capture - recapture, removal and dipping methods. *Ecolog. Ent.*, (1): 251 - 256.
- Daubney R., Hudson J.R., Garnham P.C. - Enzootic hepatitis or rift valley fever. An undescribed virus disease of sheep, cattle and man from East Africa. *J. Pathol. Bacteriol.* 1931 ; 34 : 545-579.

- Dedet J-P et Addadi K., 1984 - Les phlébotomes (Diptera, Psychodidae) d'Algérie. *Sér. Entomol. méd. parasitol., Organi. rech. sci. techn. Outremer (O.R.S.T.O.M.), Vol. 22, (2) : 99 - 127.*
- Delecolle J.C., 1999 - Cératopogonidés (Diptera, Nematocera) de Los Monegros. *Bol. S.E.A., (24) : 137.*
- Depaquit J., Perrotey S., Guilaune L., Tillier A., Tillier S., Ferte H., Kaltenbach M. et Leger N, 1998 - Systématique moléculaire des Phlebotominae : étude pilote. Paraphylie du genre *Phlebotomus*. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sci. Vie, 321: 849-855.*
- Deubel V, Flamand M, Marianneau P, Despres P. Les *Flavivirus* responsables de fièvres hémorragiques. *Ann Inst Pasteur* 1997 ; 8 : 195-205.
- Deubel V. Les *Flavivirus* et leurs vaccins. *Virologie* (n° spécial) : 1998 ; 51-61.
- Delaunay P, Jeannin C, Marty P. Actualités sur la présence du moustique tigre *aedes albopictus* en France métropolitaine. *Arch Pediatr* 2009 (Suppl. 2) ; 16 : S66-71.
- Desenclos H. De Valk / Médecine et maladies infectieuses 35 (2005) 49–61
- Dobler G. *Arboviruses* causing neurological disorders in the central nervous system. *Arch Virol* 1996 ; 11 (suppl) : 33-40.
- Dolmatova AV, Demina NA - Les Phlébotomes et les maladies qu'ils transmettent. ORSTOM ed, 1971, 168 p.
- Dionisio D, Valassina M, Ciufolini MG, Vivarelli A, Esperti F, Cusi MG, et al. Encephalitis without meningitis due to sandfly fever virus serotype *Toscana*. *Clin Inf Dis* 2001;32:1241–3.
- Dumpis U., Crook D., Oski J., Tick-borne encephalitis, *Clin. Infect. Dis.* 28 (1999) 882-890.
- Dunn L H ; Further observations on mosquito breeding in tree-holes and crab-holes. *Bull. ent. Res.*, 1928, 18, 247-250
- Durand JP, Simon F, Tolou H - Virus West Nile : à nouveau en France chez l'homme et les chevaux. *Rev Prat* 2004; 54 : 703-710.
- Durand B., Chevalier V., Pouillot R., Labie J., Marendat I., Murgue B., Zeller H., Zientara S., Emerging infectious disease (2002), 8(8) : 777-782.
- Echevarria J.M., De Ory F., Guisasola M.E., et al. Acute meningitis due to Toscana virus infection among patients from both the spanish Mediterranean region and the region of Madrid. *J Clin Virol* 2003 ; 26 : 79-84.
- El Ghouh H, consultante nationale pour la Tunisie (historique et situation épidémiologique en Tunisie ; Janvier 2009).
- Fagbami AH, Monath TP, Fabiyi A. Dengue virus infections in Nigeria: a survey for antibodies in monkeys and humans. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.*, 1977, **71**, 60-65.

- Flamand M, Despres P, Delenda C, Deubel V. La stratégie du *Baculovirus* au service des virus de la dengue, de l'encéphalite japonaise et de la fièvre jaune : les futurs vaccins de seconde génération. *Ann Inst Pasteur* 1992 ; 3 : 166-178.
- Foratti - *Entomologia médica*. 2e volume. *Culiciizi: Culex, Aedes Psoorphora*. Ed. Universidade de São Paulo, 1965, 506 p. (*ne. aegypti*: p. 243-298).
- Focic SD. A, Sacicet, Bailey et Dame – Observations on container-breeding mosquitoes in New Orleans, Louisiana, with an estimate of the population density of *Aedes aegypti* (L.). *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1981, 30, 1329-1335
- Fontenille D, Traore-Lamizana M, Diallo M. et al. New vectors of Rift Valley fever in West Africa. *Emerg Infect Dis*, 1998, 4 (2), 289-293.
- Fonseca D et al. *Science*, 303, 1535, 2004.
- Freyvoetl. A et Staeubl WI. - The iormation of the peritrophic membrane in Culicidae. *Acta trop.*, 1965, 22, 118-147.
- Froment Emmanuelle et Sophie Rossi. *Epidémie. et santé anim.* 2000, 37, 11-19
Echantillonnage en faune sauvage
- Gerardin P, Guernier V, Perrau J, et al. Estimating Chikungunya prevalence in La Reunion Island outbreak by serosurveys : two methods for two critical times of the epidemic. *BMC Infect Dis* 2008 ; 8 : 99.
- Glaser A. - West Nile virus and North America: An unfolding story. *Revue Scientifique et Technique de l'Office International des Epizooties*, 2004, 23, 557-568.
- Gubler D.J., The global resurgence of arboviral diseases, *Trans. R. Sot. Trop. Med. Hyg.* SO (1996)449-451.
- Gubler D.J., The global resurgence of arboviral diseases, *Trans. R. Sot. Trop. Med. Hyg.* SO (1996)449-45.
- Greboval Mélanie 2002 ;facteurs environnementaux influancant la dynamique des vecteurs du virsu FVR: consequences pour la modélisation de la maladie.
- Guillet P., Nathan M., *Aedes albopictus*, une menace pour la France ?, *Med. Trap.* 59 (1999) 49-52.
- Guillomot, Mis à jour : Octobre 2005(institut Pasteur *Nouvelle-Calédonie*).
- Guilloteau J, Chouin S, Courtin C, et al. *Epidémiologie des maladies parasitaires*. 4. Affections provoquées ou transmises par les arthropodes Culicidae. In : Ripert C, editor Cachan : Lavoisier ; 2007.
- Gilot B, Cnh. O.R.S.T.O.M. sér. Enf. méd. Parasitol., vol. VII, no 3, 1969.

- Gwadz R . W. Regulation of blood meal size in the mosquito. *J. Insect Physiol.*, 1969, 15, 2039-2044.
- Hachfi.W, I. Bougmiza, F. Bellazreg , O. Bahri , N. Kaabia , F. Bahri , A. Letaief . Médecine et maladies infectieuses 40 (2010) 456–461.
- Harbach R. E. The *Culicidae* (Diptera): a review of taxonomy, classification and phylogeny. *Zootaxa* 1668:591–638 (2007)
- Harison VR, Eckels KH, Bartelloni P, et al. Production and evaluation of formalin-killed Chikungunya vaccine. *J Immunol* 1971 ; 107 : 643-7.
- Hassaine K., 2002 - Bioécologie et biotypologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) de l’Afrique méditerranéenne. Biologie des espèces les plus vulnérantes (*Aedes caspius*, *Aedes detritus*, *Aedes mariae* et *Culex pipiens*) dans la région occidentale algérienne. Thèse doctorat, Fac. Sci. Aboubaker Belkaïd, Univ. Tlemcen, 191 p.
- Hayes C.G. (1989). West Nile Fever ; Epidemiology and Ecology, CRC. Press, BOCA Raton, 5, 59-88
- Hemmersbach-Miller M., Parola P., Charrel R.N., et al. Sandfly fever due to Toscana virus : an emerging infection in southern France. *Eur J Intern Med* 2004 ; 15 : 316-7.
- Hervy J-P - Expérience de marquage-lâcher-recapture portant sur *Aedes aegypti* Linné, en zone de savane soudanienne ouest-africaine. I. Le cycle trophogonique. *Cah. O. R. S. T. O. M., sér. Ent. Méd. et Purasitol.*, 1977, 15, 353-36
- Heymann DL, Rodier GR. Global Surveillance of Communicable Diseases. *Emerg Infect Dis* 1998;4:362–5.
- Hubalek Z, Halouzka J - West Nile fever : a reemerging mosquito- borne viral disease in Europe. *Emerg Inf Dis* 1999; 5 : 643-650
- Hutcheon, D. (1902). "Malarial catarrhal fever of sheep." *Vet Rec* 14: 629-633.
- Izri A ; Bitam I ; Charel RN. First entomological documentation of *Aedes Albopictus* in Algeria. *Clin Microbiol Infect.* 2011 Jul;17(7):1116-8. doi: 10.1111/j.1469-0691.2010.03443.x. Epub 2011 Jan 20.
- Izri A, Temmam S, Moureau G, Hamrioui B, de Lamballerie X, Charrel RN. Sandfly fever Sicilian virus, Algeria. *Emerg Infect Dis.* 2008 May; 14(5): 795–797.
- Jouan A., Arboviroses. Des virus, des moustiques, des animaux et des hommes, *Med Trop.* 57 (I 997) 28S-36s.
- Jouan A., LE Guenno B., Digoutte J.P. et Coll. - An RVF epidemic in southern Mauritania. *Ann. Inst. Pasteur Virol.* 1988 ; 139 : 307- 308.

- Kanayanarooj., Vaughn D.W., Nimmannitya S., Green S., Suntayakorn S., Kunentrasai N. et al., Early clinical and laboratory indicators of acute dengue illness, *J. infect. Dis.* 176 (1997) 313-321.
- Karabatos N. International catalogue of *Arboviruses* including certain other viruses of vertebrates. San Antonio : American Society of Tropical and Medical Hygiene, 1985.
- Kettle D.S., Medical and Veterinary Entomology, 2nd ed., CAB international, 1995, London, 725 p.
- Kremer M., Delecolle J.C., Baily-Choumara H. et Chaker E., 1979 - Cinquième contribution à l'étude faunistique des Culicoides (Diptera, Ceratopogonidae) du Maroc. Description de *C. calloti* n. sp. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Ent. méd. parasitol., Vol. 17, (3) : 195 - 199*
- Krida G., Rhaim A., Jerraya A et Bouattoura., 1998 - Morphologie comparée de quatre stades larvaires de *Culex (Culex) pipiens* Linné récolté en Tunisie (Diptera, Culicidae). *Bull. Soc. Ent. France*, 103 (1) : 5 - 10.
- Knudsen, A.B ; Revue: médecine tropicale: 2007;67,3, page 310
- Kutasi.O, S. Lecollinet, T. Bakonyi, I. Biksi, E. Ferenczi, C. Bahuon, S. Sardi, S. Zientara, Otto Szenci. Equine encephalomyelitis outbreak caused by a lineage 2 West Nile Virus in Hungary. Soumis à *Journal of Vet Intern Med.*
- Lakhdara. D, Bouslama. Z ; 1^{ère} JMEA Algérie ; 2009).
- Langeron M., 1942 - *Précis de Microscopie*. Ed. Masson et Cie, Paris, 1332 p.
- Lapierre J., s.d. - *Maladies exotiques*. Ed. Le Cartel Publicitaire, Paris, 126 p.
- Lederberg J, Shope RE, Oaks SC, editors. Emerging infections: microbial threats to health in the United States. Washington, DC: National Academy Press; 1992. Institute of Medicine
- Lefevre P.C. - La fièvre catarrhale du mouton (Blue tongue) en Afrique. In «OLUFEMI A., MASSIGA W. N. - Maladies virales des animaux en Afrique». , 1988, pp 259-282.
- Lefèvre, P. C. and D. Desoutter (1988). La fièvre catarrhale du mouton (Bluetongue), Institut d'élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux.
- Le Guenno B., Bougermouh A., Azzam T. et Bouakaz R. (1996) West Nile: a deadly virus? *Lancet* 348 (9037) : 1315.
- LI C. F, Teong, Han et Randa - Rainfall, abundance of *Aedes aegypti* and Dengue infection in Selangor, Malaysia. *Southeast Asian J. trop. Med. Pub. Hlth*, 1985, **16**, 560-568.
- Logan, T. M., K. J. Linthicum, et al. (1991). "Egg hatching of *Aedes* mosquitoes during successive floodings in a Rift Valley fever endemic area in Kenya." *J. Am. Mosq. Control Assoc.* 7(1): 109-112. et al ; 1991

- Lounaci Z., 2003 - *Biosystématique et bioécologie des Culicidae (Diptera, Nematocera) en milieu rural et agricole*. Thèse Magister, Inst. nati. agro. El Harrach, 324 p.
- Malkinson M., Banet C., Weisman Y., Pokamunski S., King R., Drouet M.T. et Deubel V. (2002)
- Introduction of West Nile virus in the Middle East by migrating white storks. *Emerg Infect Dis* **8** (4) : 392-7.
 - Marchou XE et Simond P - Études sur la fièvre jaune. *Ann. Inst. Pasteur*, 1906, *20*, 104-108
 - Matile L., 1993 - *Diptères d'Europe occidentale*. Ed. Boubée, Paris, T. I, 439 p.
 - Maazache L., 2007 - *Ecologie de la leishmaniose dans la région de Batna, Etude bioécologique des principaux vecteurs et réservoirs*. Thèse Ingénieur , Univ. El Hadj Lakhdar, Batna, 120 p
 - Meegan J.M. - The Rift Valley fever epizootic in Egypt 1977-1978. 1. Description of the epizootic and virological studies. *Trans. R. Soc. Trop. Med. Hyg.* 1979 ; *73* : 618-623.
 - Mellinic ;J et Van Denbovenicam - Functional aspects of mosquito salivation in blood feeding of *Aedes aegypti* Mosq. *News*, 1981, *41*, 115-119.
 - Miller B.R., Nasci R.S., Godsey M.S., Savage H.M., Lutwama J.J., Lanciotti R.S. et Peters C.J. (2000) First field evidence for natural vertical transmission of West Nile virus in *Culex univittatus* complex mosquitoes from Rift Valley province, Kenya. *Am J Trop Med Hyg* **62** (2) : 240-6.
 - Monath TP. *The Arboviruses: epidemiology and ecology*. Boca Raton : CRC Press 1988 5vol.
 - Monath TP. *Flaviviruses*. In : *Fields virology*. Philadelphia : Lippincott-Raven, 1996 : 961-1034.
 - Moore C. G - Habitat differences among container-breeding mosquitoes in Western Puerto Rico (Diptera: Culicidae). *Pan-Pacific Ent.*, 1983, *59*, 218- 228.
 - MooreC. G, Cline, Ruiz-Tibéne, Lee, Romney-Jose et Rivera-Corre - *Aedes aegypti* in Puerto Rico: environmental determinants of larval abundance and relation to Dengue virus transmission. *Amer. J. trop. Med. Hyg.*, 1978, **27**, 1235-1231
 - Morillon. M., Tolou H., Les fievres hemorragiques virales, *Lettre Infect.* 13 (I 998) 41 Q-427
 - Morse. SS. Factors in the Emergence of Infectious Diseases. *Emerg Infect Dis* 1995; 1:7–15.
 - Murgue B, Murri S, Zientara S *et Coll* - West Nile outbreak in horses in Southern France, 2000 : the re t u rn after 35 years later. *Emerg Inf Dis* 2001 ; *7* : 692-696.
 - Nicuolo GD, Pagliano P, Battisti S, Starace M, Mininni V, Attanasio V, et al. *Toscana virus* central nervous system infections in southern Italy. *J Clin Microbiol* 2005;43:6186–8.
 - Olaleye , Tomori., Lapido, Schimitz – Rift valley fever in Nigeria: infections in humans. *Rev. Sci. Tech. Off. Int. Epiz.* 1996; *15* : 923-935.

- O'Malley CM. *Aedes vexans* (Meigen): an old foe. In: Proceedings of New Jersey Mosquito Control Association. 1990. p. 90–5. cited 2005 Aug 30.
- Paige C. J et Craig, Jr - Variation in filarial susceptibility among East African populations of *Aedes aegypti*. *J. med. Ent.*, 1975, **12**, 485-498.
- Panagiotopoulos T. Ongoing outbreak of West Nile virus infections in humans in Greece, July-August 2010. *Eurosurveillance*, 2010, **15**:34.
- Papa.A, K. Danis, A. Baka, ABakas, GDouglas, T Lytras, G Theocharopoulos, D. Chrysagis, E. Vassiliadou, F. Kamaria, A. Liona, K. Mellou, G. Saroglou,
- Parsonson, I. M., L. H. Thompson, et al. (1994). "Experimentally induced infection with bluetongue virus serotype 11 in cows." *Am J Vet Res* 55(11): 1529-34.
- Pattyns. R et Vleeschauwe - The enhancing effect of diethylamino- ethyl dextran on the infectivity of arboviruses for *Aedes aegypti*. *Arch. gesamte Virusforsch.*, 1970, **31**, 175-182
- Perrier, 1937 - *la faune de France Diptères & Aphaniptères*. Ed. Delagrave, Fasc. 8, Paris, 216p
- Philip C. B - Breeding of *Aedes aegypti* and other mosquitoes in West African rock holes. *Ana. ent. Soc. Amer.*, 1962, **55**, 706-708.
- Portefield JH. Antigenic characteristics and classification of the Togaviridae. In Schlesinger R, editor. *The Togaviruses*. New York : Academic Press ; 1980.
- Porterfields JS. *Arbovirus*. Structure et classification. *Méd Trop* 1980 ; **40** : 493-498.
- Purse B. V. et al. - Modelling the distributions of Culicoides bluetongue virus vectors in Sicily in relation to satellite-derived climate variables. *Medical and Veterinary Entomology*, 2004, **18**, 90-101.
- Rattanaxay ; IFMT ;2003
- Reingold AJ. Infectious disease epidemiology in the 21st century: will it be eradicated or will it reemerge. *Epidemiol Rev* 2000; **22**:57–63.
- Reisen W.K., Fang Y., Lothrop H.D., Martinez V.M., Wilson J., O'Connor P., Carney R., Cahoon-Young B., Shafii M. et Brault A.C. (2006) Overwintering of West Nile Virus in Southern California. *J Med Entomol* **43** (2) : 344-55.
- Rigaud-Perez J.G., Clark G.G Gubler D.J., Reiter P, Sanders E.J., Vomdam VA., Dengue and dengue hemorrhagic fever, *Lancet* **352** (I 998) 971-977.
- Rioux J.A., Guivard E, 1998 - Description d'*Aedes (Ochlerotatus) coluzzi* n. sp. (Diptera & Culicidae) espèce jumelle A. du complexe *detritus*. *Parasitologia*, (40) : 353 - 360.
- Rodhain F, Perez C., Précis d'entomologie médicale et vétérinaire, Maloine editeur, 1985, Paris, 458 p.

- Rodhain F, Les maladies a vecteurs, coll. Que sais-je ?, Presse Universitaire de France, 1999, Paris, 127p.
- Rodhain. F ; - Le rôle joué par l'urbanisation et les transports dans l'évolution des maladies à vecteurs. Mondes et Cultures, 1991, 51, pp. 130-152.
- Rothman A.L. (2003). Immunology and immunopathogenesis of dengue disease. *Adv. Virus Res.* **60**:397-419.
- Ross RW. The Newala epidemic. III. The virus : isolation, pathogenic properties and relationship to the epidemic. *J Hyg* 1956 ; 54 : 177-91.
- Sanaa M. Gerbier G., Eloit M. Toma B- Echantillonnage dans les enquêtes descriptives. *Epidémiol. et santé anim.*, 1994, **25**, 45-67
- Savage HM et Miller B – House Mosquitoes of the U.S.A., *Culex pipiens Complex. Wing Beats*, 1995, **6**, 8-9.
- Savage H.M., Ceianu C., Nicolescu G., Karabatsos N., Lanciotti R., Vladimirescu A., Laiv L., Ungureanu A., Romanca C. et Tsai T.F. (1999) Entomologic and avian investigations of an epidemic of West Nile fever in Romania in 1996, with serologic and molecular characterization of a virus isolate from mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg* **61** (4) : 600-11.
- Sergon Y, Njuguna C, Kalani R, et al. Seroprevalence of Chikungunya virus (CHIKV) infection on Lamu Island, Kenya, October 2004. *Am J Trop Med Hyg* 2008 ; 78 : 333-7.
- Seguy E., 1923 - *les moustiques d'Europe*. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 234 p.
- Seguy E., 1951 - *Ordre des Diptères (Diptera Linné, 1758) : 449 à 744 in GRASSE P.P., Traité de Zoologie, anatomie, système nerveux, biologie. Insectes supérieurs et Hemipteroïdes*. Ed. Masson et Cie, Paris, T. X, fasc. I, 975 p.
- Schaffner et al 2001. Les moustiques d'Europe. Cdrom d'identification, IRD Edition.collection didactique. ISBN 978-2-7099-1485-7
- Schliessma NDN. J et Calheiros - A review of the status of yellow fever and *Aedes aegypti* eradication programs in the Americas. *Mosq. News*, 1974, **34**, 1-9.
- Schult ZG. W, Hwang (Y. S.), Mulla et Chaney -The toxicity of extracts of the hydrophyte *Myriophyllum spicatum* (Dicotyledonae: Haloragidaceae) and other selected plants on mosquitoes. *Bull. Soc. Vector Ecologists*, 1983, 8, 135-138
- Schuffnecker I, Iteman I, Michault A, et al. Genome microevolution of Chikungunya viruses causing the Indian Ocean outbreak. *PLoS Med* 2006 ; 3 : e263.
- Sissoko D, Moendanzé A, Malvy D, et al. Seroprevalence and risk factors of Chikungunya virus infection in Mayotte, Indian Ocean, 2005-2006 : a population-based survey. *PLoS ONE* 2008 ; 3 : e3066.

- Tamaloust, 2004 - *Bioécologie des nématocères en milieu suburbain, lacustre et agricole*. Mémoire Ingénieur, Inst. nati., agro., El Harrach, 156 p.
- Tesh R. B - Transovarial transmission of arboviruses in their invertebrate vectors, 57-76. **In:** *Current Topics in Vector Research*, vol. 2, 1984, ed. K. F. Harris, New York.
- Thiongane Y., Zeller H, Lo M.M. et Coll. - Baisse de l'immunité naturelle vis-à-vis de la fièvre de la vallée du Rift chez les ruminants domestiques du bassin versant du fleuve Sénégal après l'épizootie de 1987. *Bull. Soc. Pathol. Exot.* 1994; 87 : 5-6
- Tolou H., Baudon D., Laroche R., Actualites des infections a virus dengue. Aspects epidemiologiques et pathogeniques, *Med. Trop.* 57 (1997) 71-76.
- Tolou H, Pisano MR, Deubel V, Nicoli J. Problèmes et perspectives en matière de vaccination contre les *Flavivirus*. *Bull Inst Pasteur* 1992 ; 90 : 11-29.
- Triki.H, S. Murri, B. Le Guenno, O. Bahri, K. Hili, M. Sidhom, K. Dellagi .*Med. Trop.*2001; 61 : 487-490
- Turell M.J., Dohm D.J., Sardelis M.R., O'Guinn M.L., Andreadis T.G. et Blow J.A. (2005) An update on the potential of North American mosquitoes (Diptera: Culicidae) to transmit West Nile Virus. *J Med Entomol* 42 (1) : 57-62.
- V Keoluangkhot, IFMT VALY -Sémin- Méningite - Encéphalite. 2004
- Venturi G., Madeddu G., Rezza G., et al. Detection of Toscana virus central nervous system infections in Sardinia Island, Italy. *J Clin Virol* 2003 ; 26 : 79- 84.
- Verani P, Nicoletti L. Phlebovirus infection; in Exotic viral infection.Portefield B, editor. Chapman & Mall; London 1995. p 309.
- Verani P , Ciufolini MG, Caciolli S et Coll - Ecology of viruses isolated from sandflies in Italy and characterized of a new Phlebovirus (Arabia virus). *Am J Trop Med Hyg* 1988 ; **38** : 433-9.
- Walter, Gian-Reto et al. Ecological responses to recent climate, *Nature*, vol .416, mars, 2002, p. 389.
- Weinberger M, Pitlik SD, Gandacu D et Coll - West Nile fever outbreak, Israel 2000: epidemiologic aspects. *Emerg Inf Dis* 2001; 7 : 686-691.
- Whitley R.J., Viral encephalitis, *N. Engl. J. Med.* 323 (1990) 242-250.
- Wilson J.H., Davis A., Bender J.B. & Minicucci L.A., AAEP (2003). Residual effects of West Nile Encephalomyelitis in horses
- Yergolkar PN, Tandale BV, Arankalle VA, et al. Chikungunya outbreaks caused by African genotype, India. *Emerg Infect Dis* 2006 ; 12 : 1580-3.

- Zientara S, Murgue B, Zeller H *et Coll* - Maladie à virus West Nile en France. *Epidemiol Sante Anim* 2001 ; 39 : 113-120.
- Zeller H, Schuffencker I - West Nile virus : an overview of its spread in Europe and the Mediterranean basin in contrast to its spread in the Americas. *Eur J Clin Microbiol Inf Dis* 2004; 23 : 147-156.
- Zeller H., Fontenille D., Traore- Lamizana M. et Coll. Enzootic activity of Rift valley fever virus in Senegal. *Am. J. trop. Med .Hyg.* 1997 ; 56 : 265-272.
- Zientara S. et Dauphin G., RESPE (2003). Encéphalite West Nile
- Zientara S, Zeller H - Infection par le virus de la fièvre du Nil occidental. *Le Point Vétérinaire* 2005 ; 252 : 46-50.

ANNEXE 8

Les sites d'Algérie inscrits sur la Liste de la convention de Ramsar des zones humides d'importance internationale entre 1982 et 2004 (Source l'AEWA en 2008).

Nom de la zone humide	Année d'inscription	Superficie (ha)	Type de zone humide	Wilaya
Lac Tonga	1982	2.700	Lac d'eau douce côtier, marais et aulnaie	El Taraf, commune d'Oum Teboul, Parc National d'El kala
Lac Oubeïra	1982	2.200	Lac d'eau douce côtier. Végétation périphérique	El Tarf, commune d'El Frine, Parc National d'El kala
Le lac des oiseaux	1999	170	Lac d'eau douce côtier. Végétation en périphérie	El Tarf, commune du lac des oiseaux
Chott Ech Chergui	2001	855.500	Chott salé, continental saumâtre et d'eau douce. Forêt humide de	Wilaya de Saïda, Nâama, El Bayadh

			Tamarix	
Guerbes	2001	42.100	Plaine d'inondation côtière, lacs d'eau douce et saumâtres, marais, aulnaie.	Wilaya de Skikda
Chott El Hodna	2001	362.000	Chott et sebkha continentaux, sources d'eau douce	Wilaya de M'Sila et Batna
Valée d'Iherir	2001	6.500	Guelates d'eau douce continentales sahariennes	Wilaya de Illizi
Guelates d'issikarassene	2001	35.100	Guelates d'eau douce continentales sahariennes	Wilaya de Tamanrasset
Chott Merouane et Oued Khrouf	2001	337.700	Chott continental alimenté d'eau de drainage et oued	Wilaya d'El Oued et de Biskra
Marais de la Macta	2001	44.500	Marais côtier et Oued	Wilaya de Mascara, Oran et Mostaganem
Oasis de Ouled Saïd	2001	25.400	Oasis et foggara	Wilaya de Adrar Commune de Ouled Saïd
Sebkha d'Oran	2001	56.870	Sebkha ou lac salé continental	Wilaya d'Oran
Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi	2001	95.700	Oasis et foggara	Wilaya de Adrar Commune de Tamentit
Oasis de Moghrar et Tiout	2002	195.500	Oasis et foggara	Wilaya de Nâama
Zehrez Chergui	2002	50.985	Chott et sebkha continentaux	Wilaya de Djelfa
Zehrez Gharbi	2002	52.500	Chott et sebkha continentaux	Wilaya de Djelfa
Guelates d'Affilal	2002	20.900	Guelates d'eau douce continentales	Wilaya de Tamanrasset
Grotte de Ghar Boumâaza	2002	20.000	Grotte karstique continentale et oued	Wilaya de Tlemcen
Marais de la Mekhada	2002	8.900	Marais d'eaux douces et saumâtres	Wilaya d'El Tarf
Chott Melghir	2002	551.500	Chott et Sekha salés continentaux	Wilaya d'El Oued et de Biskra
Lac de Réghaïa	2002	842	Lac, marais et oued côtiers	Wilaya d'Alger Communes de Réghaïa et Heraoua
Lac Noir	2002	5	Tourbière morte	Wilaya d'El Tarf, Commune de, Parc National d'El Kala
Aulnaies de Aïn Khiar	2002	170	Aulnaie et oued d'eau douce	Wilaya d'El Tarf, Commune de Aïn Khiar, Parc National d'El Kala
Lac de Béni Bélaïd	2002	600	Lac, marais, aulnaie et oued côtiers d'eau douce	Wilaya de Jijel
Cirque de Aïn Ouarka	2002	2.350	Lacs et sources d'eaux chaudes et froide, cirque	Wilaya de Nâama

			géologique	
Lac de Fetzara	2002	20.680	Lac d'eau douce	Wilaya de Annaba
Sebkhet El Hamiet	2006	2 509	Lac salé saisonnier	Sétif
Sebkhet Bazer	2006	4 379	Lac salé permanent	Sétif
Chott El Beïdha-Hammam Essoukhna	2006	12 223	Lac salé saisonnier, prairie humide	Sétif
Garaet Annk Djemel-El Merhssel	2006	18 140	Lac salé saisonnier	Oum el Bouaghi
Garaet Guellif	2006	24 000	Lac salé saisonnier	Oum el Bouaghi
Chott Tinsilt	2006	2 154	Chott et sebkha	Oum el Bouaghi
Garaet El Taref	2006	33 460	Lac salé permanent	Oum el Bouaghi
Dayet El Ferd	2006	3 323	Lac saumâtre permanent	Tlemcen
Oglat Edaïra	2006	23 430	Lac saumâtre	Naama
Les Salines d'Arzew	2006	5 778	Lac salé saisonnier	Oran
Le lac de Tellamine	2006	2 399	Lac salé saisonnier	Oran
Le Lac Mellah	2006	2 257	Lac d'eau saumâtre	El Tarf
Sebkhet El Meleh (Lac d'El Goléa)	2006	18 947	Lac salé	Ghardaia
Chott Oum Raneb	2006	7 155	Lac salé	Ouargla
Chott Sidi Slimane	2006	616	Lac saumâtre permanent	Ouargla
Chott Ain El Beïda	2006	6 853	Lac salé	Ouargla
Superficie Totale (ha)	2958 704			

ANNEXE 1

HURBAL Alger (Hygiène Urbaine d'Alger).

Etablissement étatique du ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, qui exerce exclusivement à la wilaya d'Alger et qui parcourt toutes les communes de la wilaya ; Se dispose de deux principaux services et un laboratoire de contrôle :

- Une fourrière des animaux errants (chien et chat) qui a pour but de lutter contre la rage et d'autres zoonoses.
- Un service de lutte anti-vectorielle (dératisation, démoustication et désinfection).



Véhicule de service



Lutte anti-larvaire



Fumigation a l'intérieur des caves des immeubles

Annexe 2

La structure d'accueil

C'est au sein de l'annexe d'El Hamma de l'institut Pasteur d'Algérie, service d'écologie des systèmes vectorielles que notre sujet a été proposé et encadré par le chef de service : **Dr BITAM. I**

Informations sur la structure d'accueil :

La tâche que prend ce service est divisée en deux principaux volets :

1-Diagnostic des maladies vectorielles (sous la dépendance de la disponibilité des kits), les maladies dont la recherche est possible sont dues aux germes suivants (Coxiella, Herlichia, Bartonella, yersenia Rickettsie. Leptospira).

2- La recherche scientifique de pratiquement toutes les maladies vectorielles et leurs écosystèmes que se soit bactérienne, parasitaire ou virales comme le projet de recherche lancé en 2003 sur la peste en Algérie et celui de la maladie de Lyme lancé depuis 1998.

Annexe 7

Le Matériel expérimental utilisé

1. Capture et identification des larves

Pour la collecte des larves aquatiques le matériel préconisé est le suivant :

- Une louche pour le dipping des gites larvaires profonds comme les oueds stagnants, les caves d'immeubles, les gites à accès difficile
- Une passoire pour les petits gites larvaires accessibles et faciles.
- Une petite boîte pour les gites larvaires dont la quantité d'eau est réduite.



Fig 1 : passoire (recolte larves)

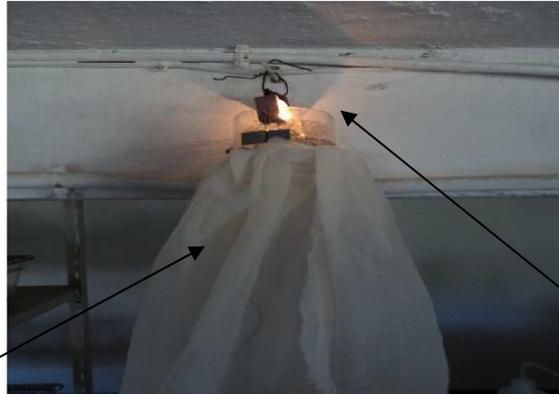


Fig 2 :Tech.filet fochoire

Pour l'identification des larves au laboratoire, le matériel utilisé est le suivant :

- Une pipette de capture des larves.
- Lame et lamelle.
- Plaque chauffante.
- Boites de pétrie.
- Microscope photonique.
- Solutions (KOH, éthanol, toluène).

2. Capture et identification des adultes



Fillet a fines mailles

Lumière a 6 V

Figure 5: Piège lumineux en marche



Figure 6 : Dispositif du piège lumineux

Pour l'identification des adultes au laboratoire, le matériel utilisé est le suivant :

- Lame et lamelle.
- Microscope photonique.